

Identität und systematische Verbreitung acyclischer Polyole von Eumyceten

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

**Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der**

**PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT II
DER
UNIVERSITÄT ZÜRICH**

von

**GABY PFYFFER VON ALTISHOFEN-GAUTSCHI
aus Luzern**

Begutachtet von Frau Prof. Dr. D. Rast

Zürich 1980

Druckerei Zollinger AG, Adliswil

Identität und systematische Verbreitung acyclischer Polyole von Eumyceten

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT II
DER
UNIVERSITÄT ZÜRICH

von

GABY PFYFFER VON ALTISHOFEN-GAUTSCHI
aus Luzern

Begutachtet von Frau Prof. Dr. D. Rast

Zürich 1980

Druckerei Zollinger AG, Adliswil



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSVERZEICHNIS

I.	Einleitung	5
II.	Material und Methoden	10
III.	Analytik von Zuckeralkoholen	20
	1. Separationsmethoden	20
	1.1. Papierchromatographie (PC)	20
	1.2. Dünnschichtchromatographie (DC)	21
	1.3. Gaschromatographie (GC)	24
	1.4. Papierelektrophorese (PE)	29
	2. Identifikationsmethoden	32
	3. Quantitierung	33
	3.1. Quantifizierungsmethoden (Übersicht)	33
	3.2. Quantifizierung mittels Gaschromatographie	34
IV.	Systematische Verbreitung der Polyole von Pilzen	42
	1. Anteil der Neutral- resp. Polyolfraktion am Trockengewicht vegetativer Pilzzellen	42
	2. Vorkommen von Ribit	44
	2.1. Screening mittels GC	44
	2.2. Isolation und Identifikation von Ribit aus <i>Mucor miehei</i>	44
	3. Polyolmuster von Vertretern verschiedener Pilzklassen	51
	3.1. Oomyceten	51
	3.2. Chytridiomyceten	51
	3.3. Zygomyceten	57
	3.4. Ascomyceten	57
	3.5. Deuteromyceten	58
	3.6. Basidiomyceten	60
V.	Konstanz des Polyolmusters	62
	1. Beeinflussung des Polyolmusters vegetativer Pilzzellen durch die C-Quelle des Mediums	62
	1.1. <i>Penicillium italicum</i>	63
	1.2. <i>Agaricus bisporus</i>	66

1.3. Zygorhynchus moelleri	67
1.4. Mucor rouxii	67
2. Zusammensetzung des Polyolmusters in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand eines Pilzes	69
VI. Taxonomische Auswertung der Resultate der eigenen Studien und der Angaben aus der Literatur mittels EDV	73
VII. Schlussfolgerungen und Diskussion	108
VIII. Zusammenfassung	117
IX. Literaturverzeichnis	120



I. EINLEITUNG

Zuckeralkohole sind technologisch, pharmakologisch, medizinisch und allenfalls auch chemosystematisch (s. unten) interessant. So bilden bei der katalytischen Hydrierung von Holzpolyosen (sog. Hemicellulosen) anfallende mehrwertige Alkohole bedeutende Ausgangsstoffe für industrielle Erzeugnisse (vgl. Angelé, 1964), stellen Glycerinmonostearat, Mannitmonooleat und Sorbitanfettsäureester (SPANS) wichtige nichtionogene Emulgatoren dar (vgl. Pigman und Goepf, 1948; Wagner und Kühmstedt, 1970) und wird Mannithexanitrat als Detonator für Sprengkapseln gegenüber Quecksilberfulminat und Bleiazid bevorzugt (Lohmar und Goepf, 1949). Mannithexanitrat sowie Erythrit- und Pentaerythrittetranitrat dienen als Spasmolytikum zur Dauermedikation, und Nitroglycerin zeigt bei perlingualer Resorption ebenfalls einen vasodilatatorischen Effekt (vgl. Wagner und Kühmstedt, 1970). Sorbit hat als Edukt zur synthetischen Gewinnung von Vitamin C Bedeutung erlangt, ferner wird er wie Xylit zu diätetischen Zwecken, insbesondere als Zuckerersatz für Diabetiker, verwendet (Lang, 1974). Xylit - bisher vorwiegend bei der Infusionstherapie eingesetzt (vgl. Lang, 1974) - zeigt als Bestandteil von Zahnpasta und Kaugummi auch karieshemmende Wirkung (Mäkinen, 1979). Dass Glykolyse in Erythrocyten hämolytische Prozesse hervorrufen können (Pigman und Goepf, 1948), ist in der klinischen Medizin schon lange bekannt. Der Mensch scheidet bei normaler Ernährung regelmässig Erythrit und L-Arabit, gelegentlich auch Glycerin, D-Arabit, Ribit, Xylit, Mannit und Sorbit im Urin aus (vgl. Lang, 1974; Touster, 1974; Horn et al., 1979). Der Beobachtung, wonach im Serum von Patienten mit Candida-Befall, nicht jedoch im Blutplasma gesunder Individuen, beträchtliche Mengen von Arabit auftreten (Kiehn et al., 1979), könnte in Zukunft in der medizinischen Diagnostik Bedeutung zukommen.

Die ubiquitäre Verbreitung von Zuckeralkoholen in Pilzen lässt physiologische Wichtigkeit vermuten. Zwar wurde verschiedentlich versucht, ihre Rolle für den sie synthetisierenden Organismus aufzuklären, ohne dass bis jetzt jedoch in dieser Hinsicht allgemeingültige Aussagen hätten gemacht werden können. Einerseits wird ihnen die Funktion von Reservestoffen für C und Reduktionsäquivalente, andererseits diejenige von Osmoregulatoren zugeschrieben (Lewis und Smith, 1967a resp. Jennings und Austin, 1973). Darin aber ihre prinzipielle Bedeutung zu sehen, würde jedoch ihrer Sonderstellung im Metabolismus der Pilze nicht gerecht, da diese Aufgaben ebensogut von einem

anderen löslichen Kohlenhydrat, z. B. Trehalose, übernommen werden könnten. Neuerdings ist - vorwiegend aufgrund von Untersuchungen an Agaricus bisporus (Dütsch und Rast, 1969; 1972a; 1972b; Lendenmann, 1978; Ruffner et al., 1978) - die Hypothese einer Wachstumskontrolle durch Mannitsynthese aufgestellt worden. Die postulierte Beziehung zwischen Polyolbildung und Wachstum soll dadurch zustande kommen, dass diese mit den Dehydrogenasereaktionen des Pentosephosphatcyclus (PPC) gekoppelt ist, welche die zur NADP^+ -abhängigen Mannitsynthese notwendigen Reduktionsäquivalente liefern. Zieht man nun die allgemein bekannte Funktion des PPC sowie die Tatsache in Betracht, dass in Pilzen generell ein grosser Anteil der Glucose via PPC oxidiert wird (Blumenthal, 1965), und die Aktivität von Glucose-6-phosphat- und 6-Phosphogluconatdehydrogenase durch Alterationen des $\text{NADP}^+/\text{NADPH}$ -Verhältnisses reguliert wird, so scheint es naheliegend anzunehmen, dass die Rate NADP^+ -abhängiger Polyolsynthese tatsächlich das Ausmass des C-Fluxes durch den PPC kontrollieren und somit einen wichtigen Faktor der Wachstumskontrolle darstellen kann. Die Beobachtung einer nahezu linearen Korrelation zwischen der NADP -Mannitol-Dehydrogenaseaktivität und der Wachstumsrate des Mycels in Submerskulturen des Champignons (Lendenmann, 1978; Lendenmann und Rast, unveröffentlicht) stellt eine erste Bestätigung der Richtigkeit dieser Hypothese dar.

Acyclische Polyole hat man mit Ausnahme der Cyano-, Crypto- und Euglenophyten bis anhin bei allen Gruppen von Mikroorganismen, bei höheren Pflanzen und selbst im Tierreich gefunden. Das Vorkommen von Zuckeralkoholen in Kombination mit Trehalose und Chitin (Bartnicki-Garcia, 1968) - in Abwesenheit von Stärke, Saccharose und wahrscheinlich auch von freien Monosen (vgl. Hegnauer, 1962) - stellt jedoch eine Exklusivität des Stoffwechsels zumindest der höheren Pilze dar. Mannit, Arabit und Glycerin gelten als die in Pilzen am weitesten verbreiteten Polyalkohole (Lewis und Smith, 1967a; Smith et al., 1969; Blumenthal, 1976); Erythrit, Threitol, Xylitol, Dulcitol und Sorbit sind seltener (Hegnauer, 1962; Lewis und Smith, 1967a; Stacey, 1973), und Volemit, bekannt aus Lactarius volemus (Bourquelot, 1889), sowie meso-Glycero-ido- und D-Glycero-D-ido-heptitol, aus Pichia miso isoliert (Onishi und Perry, 1965), möglicherweise nur auf diese Spezies beschränkt. Die allgemein verbreitete Annahme, dass Ribitol in Pilzen nicht vorkomme (Lewis und Smith, 1967a; Stacey, 1973), ist irrig, denn man hat ihn bisher in Candida polymorpha (Onishi und Suzuki, 1966), Sclerotinia sclerotiorum (Wang und Le Tourneau, 1971) und Puccinia graminis tritici (Maclean und Scott, 1976) gefunden. Hingegen erwies sich ein früherer Bericht über das

Auftreten dieses Pentits in Aspergillus clavatus (Corina und Munday, 1971) später doch als gegenstandslos (Holligan und Lewis, 1973; vgl. auch Diskussion). Ein Gleiches dürfte für das behauptete Vorkommen von Ribit in Geotrichum candidum (Steele, 1972) zutreffen (vgl. III.1.3.). Ob auch die Phycmyceten Aldite zu synthetisieren vermögen, wird allgemein bezweifelt, sind doch die einzigen bisher diesbezüglich untersuchten niederen Pilze, die Oomyceten Albugo tragopogonis, Peronospora parasitica und Phytophthora cactorum, als frei von acyclischen Polyolen befunden worden (Long und Cooke, 1974; Bokhary und Cooke, 1974; Thornton und Cooke, 1974). Das Auftreten von Mannit in Coccidioides immitis (Lones und Peacock, 1964) stellt keinen Widerspruch zu dieser Aussage dar, da dieser früher als Zygomycet klassifizierte Organismus (vgl. Emmons, 1942; Ainsworth, 1971) nach neuesten Untersuchungen wahrscheinlich ein von Gymnoascmyceten herzuleitender Deuteromycet ist (vgl. hierzu Diskussion).

Wachstum auf verschiedenen C-Quellen hat zumindest bei den Hefen eine starke Versatilität des Polyolmusters zur Folge (vgl. Onishi und Suzuki, 1966 und spätere Arbeiten dieser Autoren; Suzuki und Onishi, 1970). Inwieweit dies auch für die übrigen Eumyceten gilt, ist nicht hinreichend bekannt, da nur einige wenige Organismen in dieser Hinsicht geprüft worden sind, so z.B. A. bisporus (Dütsch und Rast, 1972a), Dendryphiella salina (Holligan und Jennings, 1972), Pyrenochaeta terrestris (Wright und Le Tourneau, 1965) und S. sclerotiorum (Wang und Le Tourneau, 1971).

Wegen ihrer allgemein leichten Kristallisierbarkeit aus verdünnten Alkohollösungen sind die Polyole schon sehr früh - Hexite oftmals vor der Entdeckung ihrer korrespondierenden Monosen (Lohmar und Goepf, 1949) - bekannt geworden (Braconnot, 1811; Knop und Schnedermann, 1844). Diese Art der Isolation hatte allerdings zur Folge, dass jeweils nur die Hauptkomponente der Polyolfraktion isoliert worden war. Strukturaufklärung und chemische Synthese der Zuckeralkohole erfolgten zum Teil ebenfalls bereits im letzten Jahrhundert (vgl. hierzu Lohmar, 1957). Um so mehr mag es erstaunen, dass die eigentliche Polyolchemie erst in den letzten dreissig Jahren einen Aufschwung erfahren hat; dieser wurde wesentlich durch die Verfügbarkeit neuer Analysemethoden ermöglicht. Aber selbst heute sind kaum wirklich befriedigende Verfahren zur Trennung von Gemischen aus Zuckeralkoholen, insbesondere zur Separation von Polyolen verschiedener Kettenlänge, gefunden worden (Lewis und Smith, 1967b; Smith et al., 1969). Da diese wegen des Fehlens einer reduzierenden Gruppe auf die meisten gebräuchlichen Tests der Kohlenhydratchemie nicht ansprechen

und sowohl papier- als auch dünnschichtchromatographisch meistens ähnliche Mobilität wie ihre korrespondierenden Monosen aufweisen (vgl. Lewis und Smith, 1967b), sind sie häufig übersehen oder bei Verwendung von allgemeinen Kohlenhydratreagentien vermeintlich als Aldosen protokolliert worden (vgl. hierzu Wang, 1960; Smith et al., 1969). Schwierig gestaltet sich die Trennung ausserdem dann, wenn auch noch Zucker im Analysengemisch vorhanden sind, was bei aus Pilzen gewonnenen Polyolfractionen häufig ist, da bei deren Isolation Kontamination mit Komponenten des Nährmediums nicht immer zu vermeiden ist (vgl. z.B. Hammond und Nichols, 1976). In der Analytik der Polyole von Pilzen fand die Papierchromatographie (PC) erstmals routinemässige Anwendung bei Untersuchungen über das Vorkommen von Glycerin und Arabit in zahlreichen Hefen (Peterson et al., 1958) sowie in Studien über die Verbreitung von Mannit in Sporokarpen von über 90 Basidiomyceten (Bonnet, 1959). Seither zählt die PC zu den gebräuchlichsten Methoden zur qualitativen Analyse. Obwohl gegenüber dieser viele Vorteile aufweisend (vgl. Lewis und Smith, 1967b), stellt auch die Dünnschichtchromatographie (DC) noch kein optimales Trennverfahren für Zuckeralkohole dar, vor allem was die Separation von Isomeren betrifft (vgl. hierzu III.1.2.). Gründe für die seltene Anwendung der Elektrophorese (EP) mögen die sich aus der Notwendigkeit der Wahl aggressiver Elektrolyten ergebenden Komplikationen sein (vgl. Frahn und Mills, 1959, sowie auch III.1.4.). Mit der Gaschromatographie (GC) schliesslich, bei welcher die Separation der Aldite in Form ihrer Acetate (Gunner et al., 1961; Sawardeker et al., 1965; Lehnhardt und Winzler, 1968), partiell methylierter Acetate (Darvill et al., 1975), Acetale und Ketale (Jones et al., 1962), TMS-Derivate (Sweeley et al., 1963; Smith und Carlsson, 1963; Van Ling, 1969; Holligan und Drew, 1971) oder O-Methyläther (Bishop, 1964; Rast et al., 1964) erfolgt, war eine Technik gefunden worden, welche neben der Identifizierung die simultane Quantifizierung von Zuckeralkoholen ermöglicht (vgl. Metz et al., 1971, sowie III.1.3. und III.3.) und somit den herkömmlichen Methoden zur Mengenbestimmung von Polyolen, z.B. auf enzymatischem Wege (Kratz und Silbernagel, 1963), mittels Periodatoxidation (Spencer und Sallans, 1956; Chang und Li, 1964) mit nachfolgender Erfassung des Formaldehyds nach West und Rapoport (1949) oder mittels Anthronreagens (Graham, 1963) sowie vorläufig auch der Fluorimetrie (Avellini et al., 1977), weit überlegen ist (vgl. hierzu auch III.3.). Ionenaustauscherchromatographie ist bis heute - wohl der ungenügenden Trennschärfe wegen - zur Analyse pilzlicher Polyolmischungen nur wenig eingesetzt worden, so für Untersuchungen an Claviceps purpurea (Vining und Taber, 1964) und einigen Hefen (Onishi und Perry, 1965; Onishi und Suzuki, 1970). Die in

jüngster Zeit entwickelte Hochdruckflüssigkeits-Chromatographie, welche bislang lediglich in der Lebensmittelanalytik (Samarco, 1977) sowie in Versuchen mit Aldittestsubstanzen (Belue, 1974; Ginnis und Fang, 1977; Schwarzenbach, 1977) erprobt worden ist, stellt eine allenfalls erfolgversprechende Methode für Polyoluntersuchungen in Pilzen dar.

Der gegenwärtige Stand der Kenntnis über die Identität und systematische Verbreitung der Zuckeralkohole in Eumyceten zeigt möglicherweise ein verzerrtes Bild der tatsächlichen Situation, da die meisten Analysen von höheren Pilzen an Fruchtkörpern resp. Hefen erfolgt sind, lediglich spärliche Hinweise zum Alditvorkommen in Phycomyceten vorliegen (s. oben), in früheren Arbeiten vielfach nur die Hauptkomponente erfasst worden ist und ungenügende analytische Techniken oftmals zu Fehlinterpretationen geführt haben (s. oben).

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, Methoden zur Separation und Identifikation von Zuckeralkoholen auf ihre Eignung zur Trennung natürlicher Polyolmischungen zu testen, ein Verfahren zur Quantitierung pilzlicher Aldite auszuarbeiten, das Polyolmuster von Vertretern verschiedener Klassen der Eumyceten mit besonderer Berücksichtigung der Phycomyceten zu untersuchen, den Einfluss verschiedener C-Quellen im Medium auf die Konstanz der Zusammensetzung der Zuckeralkoholfraktion abzuklären und die Resultate der eigenen Studie sowie sämtliche Angaben aus der Literatur mittels EDV chemosystematisch auszuwerten, um so phenetisch gleiche Gruppen auszuscheiden und festzustellen, inwiefern diese mit aufgrund von anderen Kriterien abgegrenzten Taxa korrelieren.

II. MATERIAL UND METHODEN

1. Pilzmaterial

1.1. Kultur vegetativer Zellen

Agaricus bisporus und Allomyces arbusculus wurden submers auf einem Lab-shaker (Kühner, Basel), alle anderen Pilze als statische Flüssigkulturen gezogen. Die Angaben über die Zusammensetzung der Medien - jeweils bei 121°C und 1 at während 25 min autoklaviert - sowie Inkubationstemperatur und -dauer sind in Tab. 12 zu finden. Zur Herstellung der Stammkultur wurde ein gut bewachsener Schrägagar mit 20 ml Wasser in einem Sorvall Omni-Mixer während 1 min (Stufe 10) homogenisiert. Ein Aliquot (2 ml) der so erhaltenen Suspension diente als Impfgut für 50 ml Medium in einem 250 ml Erlenmeyerkolben. Nach Abfiltrieren des Mediums homogenisierte man das Mycelium in 20 ml Wasser und verwendete die Suspension wie oben beschrieben als Inokulum für die zur Polyolanalyse dienenden Versuchskulturen. Die Herstellung des Impfgutes für A. arbusculus erfolgte nach Emerson (1941) und Machlis und Ossia (1953).

Am Ende der Wachstumsperiode wurden das Frisch- und das Trockengewicht (FG resp. TG) des Pilzmaterials bestimmt. Zur Isolation der wasserlöslichen Neutralfraktion verwendete man 10-20 Kulturen, im Fall von Blastocladiella emersonii 100.

1.2. Fruchtkörper und Sporen

Die zur Analyse der Zuckeralkohole verwendeten Fruchtkörper von Armillariella mellea (Vahl in Fl. Dan. ex Fr.) Karst, Boletus erythropus Fr. und Pholiota lubrica (Pers. ex Fr.) Sing. waren auf natürlichem Substrat gewachsen.

Sporen von A. bisporus (Lange) Sing. wurden nach dem von Rast (1965) beschriebenen Verfahren, Brandsporen von Ustilago maydis (DC) Chorda durch Ausklopfen infizierter Maiskolben gewonnen.

2. Extraktions- und Aufarbeitungsverfahren

2.1. Vegetative Zellen

Die Neutralfraktion isolierte man nach dem folgenden Verfahren (vgl. Dütsch und Rast, 1969):

- (1) Pilzmaterial mit feinmaschigem Sieb (Porendurchmesser ca. 0,25 mm) vom Inkubationsmedium trennen, in Wasser überführen, auf Glasfritte abnutschen und 3x mit Wasser waschen.
- (2) Mycelium in 100 ml siedendem Aethanol abs. unter Zerkleinern in einem Sorvall Omni-Mixer während 2 min extrahieren (für B. emersonii siehe Anmerkung unten).
- (3) Homogenat durch ein Schleicher & Schüll-Papier (Nr. 589) filtrieren (Büchnertrichter) und Rückstand mit 100 ml Aethanol 80% waschen.
- (4) Extrakt im Rotationsverdampfer bei 40°C zur Trockne einengen und Rückstand in 70 ml Methanol 30% aufnehmen.
- (5) Lipide durch dreimaliges Ausschütteln mit je 100 ml Petroläther entfernen und das wässrige Lösungsmittel evaporieren.
- (6) Rückstand in 5 ml Wasser aufnehmen und allfällig vorhandene reduzierende Zucker durch Osazonbildung mit 450 mg Phenylhydrazin·HCl und 600 mg Natriumacetat im siedenden Wasserbad während 20 min ausfällen (vgl. Shriner und Fuson, 1948). Reaktionsgemisch über Nacht bei 4°C aufbewahren.
- (7) Niederschlag abzentrifugieren (10'000 g, 10 min).
- (8) Ueberstand auf einer Kolonne (Ø 2 cm), enthaltend 100 ml Dowex 50W-X8 (H⁺-Form) über 100 ml Dowex 1-X8 (OH⁻-Form), deionisieren. Durchflussgeschwindigkeit: 4-5 ml/min.
- (9) Eluat (1 Liter) zur Trockne eindampfen und im Rückstand verbliebene Feuchtigkeit über P₂O₅ entfernen.

Anmerkung: Die lichtmikroskopische Untersuchung des Homogenats von B. emersonii zeigte, dass dieses Verfahren für das Aufbrechen der Sporangien (rund 80% OC- und 20% RS-Zellen) nicht genügte. Mit Hilfe einer French Press (Aminco) (Druck: 20 kp·cm⁻²) gelang ein totaler Aufschluss der Sporangien. Nach Zentrifugation (2'000 g, 10 min) wurde der Ueberstand wie oben beschrieben verarbeitet.

2.2. Fruchtkörper und Sporen

Die Fruchtkörper (ca. 20 g) wurden mit Wasser gewaschen, in Scheibchen geschnitten und wie ein Mycelextrakt verarbeitet.

Sporen (1 g) schüttelte man in einer Zelmühle (Bühler Vibrator Vi 2) unter Zugabe von 15 g Glaskugeln ($\emptyset = 0,5$ mm) bei 4°C während 40 min. Mit dieser Methode beträgt der Aufschluss der Zellen nahezu 100% (vgl. Stäuble, 1972). Den nach Zentrifugation (12'000 g, 15 min, 10°C) erhaltenen Ueberstand versetzte man mit Methanol (Endkonzentration 30%) und verarbeitete ihn wie unter 2.1. weiter.

2.3. Ueberprüfen des Aufarbeitungsverfahrens

2.3.1. Effektivität der Waschvorgänge zur Trennung des Mycels vom Nährmedium

Um den Einwand zu entkräften, bei der Aufarbeitung seien aus dem Medium stammende Kohlenhydrate mitgeführt worden, überprüfte man die ersten Extraktionsschritte zur Isolation der Neutralfraktion. Als Testsubstanz wurde $1\text{-}^{14}\text{C}$ -Mannit gewählt, zumal dieser Hexit einigen Organismen als alleinige C-Quelle im Nährmedium diene (vgl. V.1.).

Man dekantierte das Inkubationsmedium einer Kultur von Penicillium italicum und mischte die Lösung mit dem markierten Mannit (100 μl , ca. 20 μCi). Anschliessend wurden die Mycelscheiben während 10 min in der radioaktiven Lösung inkubiert (Lab-shaker) und gemäss Tab. 1 weiterverarbeitet.

Die im alkoholischen Extrakt noch vorhandene, aus dem Medium eingeschleuste Radioaktivität kann vernachlässigt werden, betrug sie doch nur noch 20'467 dpm oder 0,03% der applizierten Totalaktivität.

Tab. 1: Prüfung der Effektivität der Trennung des Mycels von den Kohlenhydraten des Mediums. Testsubstanz: ^{14}C -Mannit.

Versuchsverlauf	Messgut	Radioaktivitätsmessung		
		$\times 10^3$ dpm	μCi	%
Trennung Pilz/Medium				
↓				
Zugabe des Tracers	Medium	49 647	22,57	100
↓				
Inkubation des Mycels; Trennung Pilz/Medium	Medium	47 962	21,80	96,59
↓				
Ueberführen des Mycels in Wasser	Filtrat	1 437	0,65	2,88
↓				
Waschen mit H_2O	1. Wasch- wasser	59,40	0,027	0,12
↓				
Waschen mit H_2O	2. Wasch- wasser	25,56	0,012	0,05
↓				
Waschen mit H_2O	3. Wasch- wasser	22,74	0,009	0,04
↓				
Homogenisieren des Pilzes	Homogenat	20,47	0,008	0,03

2.3.2. Polyolverlust bei der Aufarbeitung

Von der einer Kultur von P. italicum nach dem Abtöten in Form von U-¹⁴C-Glycerin (100 µl, ca. 20 µCi) zugegebenen Radioaktivität fand man 89,32% in der Neutralfraktion wieder (Tab. 2); vom Rest konnten 0,1% im Petroläther lokalisiert und 0,7% mit HCl resp. NaOH von den Ionenaustauschern eluiert werden. Nachdem Dütsch (1971) nach Zugabe von ¹⁴C-Mannit zu Plectenchymschnitten von A. bisporus bei gleicher Extraktionsweise einen Verlust von 9,5% ermittelte und der für den Triit gefundene Wert 10,7% beträgt, wird mit einem generellen Aufarbeitungsverlust von 10% gerechnet.

2.3.3. Osazonfällung

Zur Prüfung der Effektivität der Ausfällung allfällig vorhandener reduzierender Zucker durch Osazonbildung wurde einem Extrakt aus Fruchtkörper-plectenchym von A. bisporus U-¹⁴C-Glucose (10 µl, ca. 2 µCi) hinzugefügt und die Neutralfraktion isoliert. Sie enthielt noch 5,7% der applizierten Totalaktivität von 4'907'000 dpm.

3. Synthese von Alditacetaten aus Zuckern

Hexa-O-acetyl-D-allit und Penta-O-acetyl-2-deoxy-D-sorbit wurden aus D-Allose resp. 2-Deoxy-D-glucose durch Reduktion mit Natriumborhydrid und Acetylierung mit Essigsäureanhydrid in Pyridin nach Kim et al. (1967) hergestellt. Die Synthese von Penta-O-acetyl-6-deoxy-L-galaktit und D-Mannit-hexaacetat erfolgte aus L-Fucose resp. D-Mannose nach einer Modifikation des Verfahrens von Abdel-Akher et al. (1951):

- (1) Zucker (200 mg in 4 ml H₂O) und NaBH₄ (30 mg in 2 ml H₂O) mischen und über Nacht reagieren lassen (Raumtemperatur).
- (2) Ueberschüssiges Borhydrid durch tropfenweise Zugabe von Essigsäure conc. entfernen (vgl. auch Crowell und Burnett, 1967).
- (3) Polyollösung auf Säule mit 25 ml Kationenaustauscher (Dowex 50W-X8, H⁺-Form) geben (vgl. Kim et al., 1967) und das Eluat unter Vakuum eindampfen (40°C).
- (4) Nach Zugabe von 3 ml Essigsäureanhydrid, enthaltend 0,2 ml H₂SO₄ conc., Reaktionsgemisch 10 min im Wasserbad erwärmen (50-60°C), hernach abkühlen lassen und in 10 ml Eiswasser giessen.
- (5) Das sofort auskristallisierende Acetat mit Wasser waschen und über

Tab. 2: Verlust an ^{14}C -Glycerin bei der Aufarbeitung eines Mycelextrakts nach dem unter II.2.1. beschriebenen Verfahren. Für weitere Details vgl. Text.

Versuchsverlauf	Messgut	Radioaktivitätsmessung		
		$\times 10^3$ dpm	μCi	%
Zugabe des Tracers vor dem Homogenisieren	alkoholische Lösung	41'645,38	18,92	100
↓				
Homogenisieren, waschen mit 80% Aethanol, abnutschen	Filtrat	40'927,57	18,60	98,30
↓				
Eindampfen, aufnehmen in 30% Methanol, ausschütteln mit Petroläther	vereinigte Methanolphasen	39'902,26	18,13	95,80
↓				
	vereinigte Petrolätherphasen	4'040,30	0,02	0,10
↓				
Reinigung auf Ionenaustauscher				
↓				
Neutralfraktion	Neutralfraktion	37'293,00	16,90	89,32
↓				
Elution vom Ionenaustauscher mit HCl resp. NaOH	Eluat Kationen austauscher	127,84	0,05	0,26
	Eluat Anionen austauscher	207,90	0,09	0,47

P_2O_5 trocknen.

- (6) Mit Methanol 80% umkristallisieren (Ansatz: 0,85 ml Methanol/
100 mg Acetat; Ausbeute: 87,5%).

4. Separationsmethoden

4.1. Papierchromatographie (PC)

Alle Chromatographien wurden nach der absteigenden Methode auf Whatman 3MM-Papier (35x56 cm) bei 21°C durchgeführt. Aethylmethylketon/Essigsäure/ H_2O (gesättigt mit Borsäure) = 9:1:1 (Rees und Reynolds, 1958) und Aethylacetat/Pyridin/ H_2O (gesättigt mit Borsäure) = 60:25:10 (Maclean und Scott, 1976) dienten als Fließmittel; die Laufzeit betrug 16 h, nachdem zuvor während 5 h äquiliibriert worden war. Nach der Entfernung der (vom Laufmittel herrührenden) Borsäure mit 4% (w/v) HF (Britton, 1959) erfolgte die Sichtbarmachung der Polyole durch die von Maclean und Scott (1976) modifizierte Methode von Trevelyan et al. (1950) mit $AgNO_3^-$.

4.2. Dünnschichtchromatographie (DC)

Die Auftrennung der Zuckeralkohole erfolgte auf Kieselgel-Fertigplatten Merck Nr. 5721 (Schichtdicke 0,25 mm) mit Butanol/Eisessig/Diäthyläther/ H_2O (gesättigt mit H_3BO_3) = 9:6:3:1 (Hay et al., 1963; vgl. auch Weinstein und Segal, 1967) als Fließmittel. Auftragsmenge der Testsubstanzen (30 mM): 1 μ l. Als Sprühreagentien dienten Natriummetaperiodat (0,5% in 0,2 M Essigsäure), gefolgt von Benzidin (0,5% in Essigsäure/Aethanol = 4:1) (Cifonelli und Smith, 1954; Frahn, 1964). Im weiteren wurde das von Papin und Udman (1975) anstelle von Benzidin vorgeschlagene Entwicklerreagens Tetramethyldiamino-4,4'-diphenylmethan ausgetestet, welches aber nicht mit Trehalose reagiert.

4.3. Gaschromatographie (GC)

Die Polyalkohole wurden unter Verwendung folgender Verfahren analysiert:

- a) Derivatisierung der Neutralfraktion: 5 mg der über P_2O_5 getrockneten Neutralfraktion mit 2 ml Pyridin und 1 ml Essigsäureanhydrid während 30 min bei 60°C inkubieren und anschliessend die Lösungsmittel evaporieren (Rotationsverdampfer). Nach Erreichen der vollständigen Trockne

(Wärmeschränk, 30°C) die Acetate in 100 µl Pyridin aufnehmen und in den Gaschromatographen injizieren.

- b) Derivatisierung der Polyoltestsubstanzen: je 50 µMol Glycerin, Erythrit, Threit, Ribit, Arabit, Xylit, Mannit, Dulcit, Sorbit, Perseit oder 2-Deoxysorbit in 5 ml Pyridin und 2,5 ml Acetanhydrid in der oben beschriebenen Weise verarbeiten und die Acetate in 1 ml Pyridin aufnehmen.

Je 50 µMol der aus Zuckern synthetisierten, in kristalliner Form vorhandenen Acetate von Mannit resp. 6-Deoxy-L-galaktit löste man in 1 ml Pyridin.

Die Analysen wurden mit einem Gaschromatographen des Typs Carlo Erba Fractovap 2101 (FID) ausgeführt. N₂ (30 ml/min) diente als Trägergas. Folgende Glaskolonnen (Länge: 2 m, Innendurchmesser: 2 mm) kamen zur Anwendung:

Typ 1: 3% SP-2340 auf Supelcoport (100-120 U.S. mesh)

Typ 2: 10% OV-210 auf Varaport-30 (100-120 U.S. mesh)

Typ 3: 3% OV-275 auf Chromosorb W DMCS (80-100 U.S. mesh).

Temperaturprogramm 1 (resp. 2): nach einer Initialzeit von 5 (4) min programmierte man die Temperatur von 180°-240° (220°) C mit einer Rate von 3° (4°)/min; bei Erreichen der Endtemperatur wurde während 15 min isotherm weiterchromatographiert. Die Injektor- und die Detektortemperatur betrugen 260°C.

Die Identifikation der Acetylderivate erfolgte in allen Fällen durch Vergleich der Retentionswerte und durch Beobachten der entsprechenden Gipfel-erhöhung nach Injektion einer Mischung der Probe mit bekannter Testsubstanz.

Quantitative Untersuchungen wurden isotherm bei 220°C mit Abschwächung 64 durchgeführt. Zur Ermittlung der Peakflächen verwendete man einen automatischen Integrator des Typs Infotronics CRS-204 (vgl. dazu auch III.3.2.).

4.4. Hochvolt-papierelektrophorese (PE)

Elektrophoretische Separationen wurden nach dem von Frahn und Mills (1959) beschriebenen Verfahren auf Whatman-Papier (Nr. 4) mit Natriumarsenit (pH 9,6) als Elektrolytlösung mit folgenden Modifikationen durchgeführt:

Feldstärke: 62,5 V·cm⁻¹ statt 23-25 V·cm⁻¹,

Ionenkonzentration des Puffers: 0,05 M statt 0,20 M.

Konzentration der Testlösungen: 30 mM (Auftragsmenge: 2 μ l).

Die Entwicklung der Pherogramme erfolgte mit Periodat/Benzidin (Frahn, 1964).

5. Isolation von Ribit

Nach der papierchromatographischen Separation (Fließmittel nach Maclean und Scott, 1976) des Pentits von anderen Komponenten der Neutralfraktion von Mucor miehei eluierte man in einer feuchten Kammer den präsumptiven Ribit mit H₂O aus den quer zur Laufrichtung geschnittenen Streifen. Das Lösungsmittel wurde evaporiert und die verbliebene Borsäure durch Ueberführen in das flüchtige Methylborat durch Zugabe von Methanol abs. (5 x 1 ml) entfernt (Kim et al., 1967).

6. IR-Spektroskopie

IR-Spektren registrierte man mit KBr-Presslingen (0,5%) an einem Perkin-Elmer Spektrophotometer (Modell 157).

7. Radioaktivitätsmessungen

Die wässrigen Lösungen (0,5 ml) wurden mit 10 ml Szintillationsmedium nach Bray (1960) intensiv gemischt und in einem Szintillationszähler (Nuclear Chicago Unilux) auf Radioaktivität geprüft. Die Ausbeute ermittelte man aufgrund des Kanalverhältnisses.

8. Statistik

Die statistischen Berechnungen zu den Versuchsergebnissen (vgl. III.1.2., III.1.4. und III.3.2.) erfolgten nach Sachs (1972) mit einem Rechner des Typs Texas Instruments TI-59 (vgl. hierzu "Applied Statistics", Texas Instruments Inc., 1977). Der Vergleich zweier Regressionsgeraden mittels t-Test basiert auf einer Vorlesung von Le Roy (1970). Die für diesen Test verwendeten Tabellenwerte wurden "Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen, 7. Aufl.(1968)" entnommen.

9. Datenverarbeitung

Die über das Polyolvorkommen in Pilzen vorliegenden Daten (vgl. Kap. VI) wurden auf Lochkarten übertragen und in FORTRAN-IV auf einem IBM Computer, System 360, verarbeitet.

10. Herkunft spezieller Chemikalien

D-Arabit, 2-Deoxy-D-glucose, Dulcit,
meso-Erythrit, Glycerin (wasserfrei),
D-Mannit, D-Ribit, D-Sorbit, Xylit

Fluka (Buchs, Schweiz)

Sorbithexaacetat

Senn (Dielsdorf, Schweiz)

L-Fucose, Tetramethyldiamino-4,4'-
diphenylmethan

Merck (Darmstadt, BRD)

D-(U-¹⁴C)-Glucose, (U-¹⁴C)-Glycerin,
D-(1-¹⁴C)-Mannit

Radiochemical Centre
(Amersham, England)

D-Allose, Perseit, D,L-Threit

Sigma (St. Louis, Miss. USA)

OV-210, OV-275

Pierce (Rockford, Ill. USA)

SP-2340 auf Supelcoport (100-120
U.S. mesh)

Supelco (Bellefonte, Pa. USA)

III. ANALYTIK VON ZUCKERALKOHOLEN

1. Separationsmethoden

1.1. Papierchromatographie (PC)

Von den zahlreichen Fließmitteln, die zur papierchromatographischen Analytik von Zuckeralkoholen entwickelt worden sind (vgl. Lewis und Smith, 1967b), ermöglichen nur wenige die simultane Separation von Polyolen verschiedener Kettenlänge einschliesslich der Isomeren und damit den Verzicht auf die herkömmliche kombinierte Anwendung mehrerer Laufmittelsysteme. Diese enthalten in den meisten Fällen Borat oder Molybdat, da eine Zugabe dieser Salze ins Fließmittel (Rees und Reynolds, 1958; Grado und Ballou, 1961; resp. Salazar, 1962) eine Verbesserung der Trennung vor allem isomerer Moleküle bewirkt (Lewis und Smith, 1967b). Die Analysenkomponenten chromatographieren dabei in Form von Borat- oder Molybdatverbindungen, bilden doch Polyalkohole sowohl mit Metallen in Gegenwart von Alkalihydroxiden (Lohmar und Goepp, 1949) als auch mit anorganischen polybasischen Säuren sowie ihren Salzen oder Anhydriden in wässriger Lösung Komplexe.

Tab. 3: Relative Mobilität von Polyolen (und Trehalose) bei der PC unter Verwendung verschiedener Fließmittel. A, Aethylacetat/Pyridin/ H_2O (gesättigt mit H_3BO_3) = 60:25:10 (Maclean und Scott, 1976); B, Aethylmethylketon/HAc/ H_2O (gesättigt mit H_3BO_3) = 9:1:1 (Rees und Reynolds, 1958).

Testsubstanz	R_G -Werte	
	Fließmittel A	Fließmittel B
Glucose	1,00	1,00
Glycerin	-	8,85
Ribit	1,88	5,20
Arabit	1,26	4,65
Xylit	0,84	-
Mannit	0,72	-
(Trehalose)	(0,25)	-

Ein Hauptproblem bei der PC von Polyolen ist u.a. die Separation von Arabit und Ribit. Bei Verwendung von Aethylacetat/Pyridin/H₂O (gesättigt mit H₃BO₃) = 60:25:10 (Maclean und Scott, 1976) erzielte man - im Gegensatz zum oft empfohlenen Laufmittel nach Rees und Reynolds (1958) - eine optimale Trennung (Tab. 3). Die Anwesenheit des Borats auf dem Papier vermag jedoch das Sichtbarmachen der Zuckeralkohole mittels mancher Sprühreagentien (vgl. III.2.) zu beeinträchtigen. Der Polyol-Borat-Komplex muss deshalb vorgängig zerstört und das Borat entfernt werden, was durch Besprühen des Papiers mit HF (Britton, 1959) oder Methanol (Cotter und Niederpruem, 1971) oder durch eine Komplexbildung des Borats mit Pentaerythrit (Frahn und Mills, 1959) erfolgen kann.

1.2. Dünnschichtchromatographie (DC)

Im Vergleich zur PC ergeben sich zusätzliche Variationsmöglichkeiten mit der Wahl verschiedener Adsorbentien, die ausserdem die Anwendung auch aggressiver Sprühmittel erlauben (Tanner, 1967). Dennoch ist es bis jetzt nicht gelungen, für sämtliche acyclische Polyalkohole signifikant unterschiedliche Trennwerte zu erzielen. Stellt die DC einzige Analysenmethode dar, ist die Kombination verschiedener Fließmittelsysteme deshalb unumgänglich (Kremer, 1975; Papin und Udiman, 1975). Zur Analyse pilzlicher Polyolmischungen ist die DC - soweit bekannt - erst in wenigen Fällen herangezogen worden, so zur Separation von Zuckeralkoholen von Aspergillus candidus (Nelson et al., 1971) und S. sclerotiorum (Wang und Le Tourneau, 1971).

Zum Vergleich je zweier Testsubstanzen bei Trennung auf Silicagel (vgl. II.4.2.) auf signifikante Unterschiede ihrer R_G -Mittelwerte (vgl. Tab. 4) führte man den t-Test durch. Dabei sind, von einer einzigen Ausnahme abgesehen (Dulcit/Sorbit), sämtliche R_G -Mittelwerte je zweier Testsubstanzen hoch signifikant ($\alpha = 0,01$), d.h., es findet in diesen Fällen keine Überlappung der Substanzen statt, und die Trennung zeichnet sich durch grosse Reproduzierbarkeit aus (vgl. hierzu Tab. 5).

Tab. 4: DC von Polyolen: Statistische Kennzahlen der R_G -Werte von Testsubstanzen (Chromatographiebedingungen vgl. II.4.2.). GLU, Glucose (Referenzsubstanz); M, Mannit; D, Dulcitol; S, Sorbit; A, Arabitol; X, Xylitol; R, Ribitol; E, Erythrit; G, Glycerin; TR, Trehalose; R_G -Wert, R_f polyol/ R_f Glucose; n, Anzahl Messwerte; Σx , Summe der x-Werte; Σx^2 , Summe der x^2 -Werte; $\bar{x}$, Mittelwert; s, Standardabweichung; $s_{\bar{x}}$, Standardfehler; $s_{\bar{x}}^2$ (%), Standardfehler in %; V%, Variationskoeffizient in % (vgl. Sachs, 1972).

R_G -Werte	n	GLU	M	D	S	A	X	R	E	G	TR
		28	26	4	4	17	3	6	22	27	24
Σx		28	21,09	2,95	2,90	17,52	2,68	6,90	30,11	42,82	10,49
Σx^2		28	17,1527	2,1853	2,1084	18,0688	2,3954	7,9564	41,2675	67,9890	4,8491
$\bar{x}$		1,00	0,81	0,74	0,73	1,03	0,89	1,15	1,37	1,59	0,44
s		-	0,04265	0,05679	0,04435	0,02839	0,02517	0,06542	0,05249	0,05535	0,10716
V%		-	5,26	7,70	6,12	2,75	2,82	5,69	3,84	3,49	24,52
$s_{\bar{x}}$		-	0,00836	0,02839	0,02217	0,00689	0,01453	0,02671	0,01119	0,01065	0,02187
$s_{\bar{x}}^2$ (%)		-	1,03	3,85	3,06	0,67	1,63	2,32	0,82	0,67	5,00

Tab. 5: DC von Polyolen: Vergleich je zweier Testsubstanzen mittels t-Test auf signifikante Unterschiede ihrer R_G -Mittelwerte. ν , Freiheitsgrad ($\nu = n_1 + n_2 - 2$); α , Irrtumswahrscheinlichkeit ($\alpha = 0,01$); $t(\alpha, \nu)$, t-Wert bei vorgegebenen α und ν (tabelliert in Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen, 1968: vgl. II.8.); $|t|$, geschätzter t-Wert (vgl. hierzu: Applied Statistics, Texas Instruments Inc., 1977); SIG, Signifikanz; H_0 , Nullhypothese; H_A , Alternativhypothese; für übrige Abkürzungen vgl. Tab. 4.

$R_{G_{GLU}}$

Tab. 5:

DC von Polyolen: Vergleich je zweier Testsubstanzen mittels t-Test auf signifikante Unterschiede ihrer R_G -Mittelwerte. ν , Freiheitsgrad ($\nu = n_1 + n_2 - 2$); α , Irrtumswahrscheinlichkeit ($\alpha = 0,05$); $t(\alpha, \nu)$, t-Wert bei vorgegebenen α und ν (tabelliert in Documenta Geometriae, 1968: vgl. II.8.); $|t|$, geschätzter t-Wert (vgl. hierzu: Applied Statistics, Texas Instruments Inc., 1977); SI, Signifikanz; H_0 , Nullhypothese; H_1 , Alternativhypothese; für übrige Abkürzungen vgl. Tab. 4.

ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	52 2,67 23,45 +	R_{G_M}								
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	30 2,75 27,35 +	28 2,76 3,09 +	R_{G_D}							
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	30 2,75 36,69 +	28 2,76 3,75 +	6 3,71 0,35 -	R_{G_S}						
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	43 2,70 5,74 +	41 2,70 18,65 +	19 2,86 15,30 +	19 2,86 17,48 +	R_{G_A}					
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	29 2,76 26,57 +	27 2,77 3,24 +	5 4,03 4,36 +	5 4,03 5,82 +	18 2,88 7,81 +	R_{G_X}				
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	32 2,74 12,89 +	30 2,75 15,85 +	8 3,36 10,25 +	8 3,36 11,27 +	21 2,83 6,22 +	7 3,50 6,38 +	R_{G_R}			
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	48 2,68 37,27 +	46 2,69 40,61 +	24 2,80 21,89 +	24 2,80 22,97 +	37 2,72 23,94 +	23 2,81 15,23 +	26 2,78 8,60 +	R_{G_E}		
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	53 2,67 56,04 +	51 2,68 56,93 +	29 2,76 28,53 +	29 2,76 29,59 +	42 2,70 38,21 +	28 2,76 21,17 +	31 2,74 16,92 +	47 2,69 13,99 +	R_{G_G}	
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	50 2,68 27,84 +	48 2,68 16,46 +	26 2,78 5,42 +	26 2,78 5,23 +	39 2,71 22,22 +	25 2,79 7,23 +	28 2,76 15,47 +	44 2,70 36,90 +	49 2,68 48,89 +	$R_{G_{TR}}$

$\alpha = 0,01$

$t(\alpha, \nu) > |t| \rightarrow H_0: \mu_1 = \mu_2 \rightarrow -$ (kein Unterschied)

$t(\alpha, \nu) < |t| \rightarrow H_A: \mu_1 \neq \mu_2 \rightarrow +$ (signifikanter Unterschied)

1.3. Gaschromatographie (GC)

1.3.1. Derivatisierung der Proben: Herstellung von Alditacetaten

Da die Trimethylsilyl(TMS)-Derivate isomerer Polyole unter sämtlichen bisher getesteten Bedingungen nahezu identische Retentionswerte aufweisen (Sweeley et al., 1963; Van Ling, 1969; Holligan und Drew, 1971; vgl. auch Abb. 1) - was in zu den hier interessierenden Problemen analogen Fragestellungen bereits Anlass zu Fehlinterpretationen gegeben hat (Corina und Munday, 1971; Holligan und Lewis, 1973) - ist die Derivatisierung der Zuckeralkohole in ihre Acetate einer Ueberführung in ihre TMS-Aether vorzuziehen. Abb. 1 verdeutlicht, dass - im Gegensatz zu den Acetaten - die TMS-Aether der Isomeren Erythrit und Threit resp. Arabit und Xylit, nicht getrennt eluiert werden. Die relativ hohe Stabilität der Esterbindungen gegenüber H_2O (Kim et al., 1967) und organischen Lösungsmitteln mit freien Hydroxylgruppen (Holligan, 1971) stellt einen weiteren Vorteil der Acetylierung gegenüber der Silylierung dar. Dass Trehaloseoctaacetat unter den gewählten Bedingungen eine sehr lange Retentionszeit aufweist, ist hier bedeutungslos, da diese Arbeit im wesentlichen die Separation von Polyolen betrifft und sich die in der Neutralfraktion allenfalls auftretende Trehalose dünnenschichtchromatographisch leicht erfassen lässt (vgl. II.4.2. sowie III.1.2.).

1.3.1.1. Acetylierungsbedingungen

Die Konversion der Zuckeralkohole in Acetylerster geschieht mit Hilfe von Anhydrid in Anwesenheit eines geeigneten Katalysators (Holligan, 1971). In den meisten Fällen erfolgt die Derivatisierung der Proben - auf die quantitative Natur der Reaktion weisen u.a. Angelé (1964), Sjöström et al. (1966) und Crowell und Burnett (1967) hin - mit Essigsäureanhydrid (ersetztbar durch H_2SO_4 oder Natriumacetat: Gunner et al., 1961; Oades et al., 1970; resp. Albersheim et al., 1967) in Pyridin. Hinsichtlich der Reaktionszeit und -temperatur liegen verschiedenste Angaben vor: so variiert die Dauer der Acetylierung zwischen 15 min (Lehnhardt und Winzler, 1968) und 14 h (Oades, 1967) bei Inkubationstemperaturen der Proben zwischen $20^{\circ}C$ (Crowell und Burnett, 1967; Oades, 1967) und $121^{\circ}C$ (Albersheim et al., 1967), obgleich die Acetylierung von Alditen - wie Crowell und Burnett (1967) zeigten - nach weniger als einer Stunde bei Raumtemperatur vollständig abgeschlossen ist.

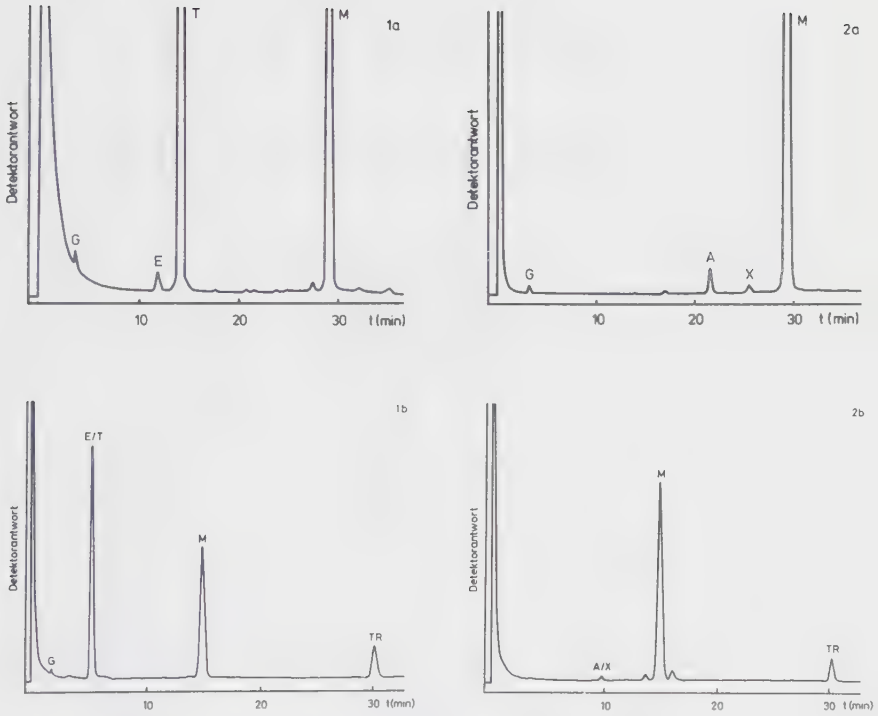


Abb. 1: Gaschromatographische Analyse der acetylierten (a) resp. silylierten (b) Neutralfraktion des Fruchtkörpers von

- (1) Armillariella mellea
- (2) Boletus erythropus

Unter den hier gewählten Bedingungen (Pyridin/Essigsäureanhydrid = 2:1, 60°C) liegen die Aldite nach 3 min zu 78%, nach 20 min zu 96% und nach 48 h zu 100% in Form ihrer Acetate vor (Tab. 6). Da extrem lange Acetylierungszeiten nicht mehr sehr effizient sind, erfolgte die Derivatisierung der Proben zur GC-Analyse jeweils während 30 min.

Tab. 6: Acetylierungsgrad als Funktion der Acetylierungsdauer: Vergleich der Peakfläche der Mannitprobe mit jener des Standards(6-Deoxy-L-galaktit).

Acetylierungsdauer		Peakfläche _{Mannit}	Acetylierungsgrad
min*	h	Peakfläche _{Standard}	%
3		0,99	78,6
8		1,18	93,7
13		1,19	94,4
23		1,21	96,0
33		1,21	96,0
	1	1,21	96,0
	2	1,21	96,0
	4	1,21	96,0
	6	1,22	96,8
	24	1,25	99,2
	48	1,26	100,0

*Einschliesslich der zur vollständigen Evaporation der Reagentien in vacuo (60°C) notwendigen Zeitdauer (3 min)

1.3.1.2. Einfluss von Borat auf die Acetylierung

Werden Polyalkohole durch Reduktion von Aldosen mittels Borhydrid hergestellt - wie hier zur Synthese bestimmter Testsubstanzen (z.B. Allit und 2-Deoxysorbit) durchgeführt (vgl. II.3.), - so ist dieses vorgängig der gaschromatographischen Analyse zu entfernen, da es mit der Acetylierung interferiert; denn das bei der Reduktion der Aldosen durch dessen Zersetzung entstehende Borat komplexiert mit den Polyolen und verzögert so die

Derivatisierung (Albersheim et al., 1967). Es wird deshalb üblicherweise durch Zugabe von Methanol in das flüchtige Methylborat überführt und ist so leicht entfernbar (Crowell und Burnett, 1967; Kim et al., 1967; Lehnhardt und Winzler, 1968; Shaw und Moss, 1969). Eigene Analysen zeigten, dass hierzu einmalige Zugabe von Methylalkohol (1 ml/5 mg Probe) nach dem Evaporieren genügt.

1.3.2. Separation und Auflösung

1.3.2.1. Externer Standard

Zur Ermittlung der relativen Retentionszeit einzelner Polyole sowie zur Quantitierung (vgl. III.3.2.) musste nach einem Aldit gesucht werden, der in Pilzen nicht auftritt, und dessen Acetat bei der gaschromatographischen Analyse von sämtlichen anderen untersuchten Testsubstanzen optimal getrennt ist. 6-Deoxy-L-galaktitpentaacetat ist hierfür bestens geeignet, ist doch sowohl die relative Retention als auch die Auflösung in bezug auf alle Nachbarn gut (vgl. Tab. 7). Wie vermutet, trat 6-Deoxy-L-galaktit denn auch tatsächlich in keinem der analysierten Pilzextrakte auf. Identität und Reinheit des nicht kommerziell erhältlichen, aus L-Fucose synthetisierten Deoxyaldits (vgl. II.3.) wurden durch Elementaranalyse und Bestimmung des Schmelzpunktes verifiziert:

Elementaranalyse

errechnet	C 51,05%; H 6,43%
gefunden	C 51,01%; H 6,57%

Schmelzpunktsbestimmung

Literaturangaben	127°C (Lohmar und Goepp, 1949; Sawardeker et al., 1965)
	126,5-127,5°C (Oades, 1967)
Ermittelter Wert	127,5-128,5°C

1.3.2.2. Wahl der stationären Phase

Obwohl die Separation der Acetate von Tetrinen resp. Pentinen durchwegs befriedigend erfolgen kann, trifft dies für Hexitacetate nicht zu: je nach Art der verwendeten stationären Phase können einzelne Gipfel, z.B. diejenigen von Dulcitol und Sorbit, überlappen. Ferner kann die Anwesenheit von Glucose

Tab. 7: GC von Polyolen: Separation und Auflösung von Alditacetaten
(Chromatographierbedingungen: 3% SP-2340; 220°C isotherm;
Injektionsmenge 50 nMol; Abschwächung 64x).

Polyol	relative Retention*	Auflösung*
Glycerin (G)	0,21	6,00
Erythrit (E)	0,51	1,13
Threit (T)	0,70	2,00
6-Deoxygalaktit (ST)	1,00	2,78
Ribit (R)	1,39	0,86
Arabit (A)	1,56	3,42
Xylit (X)	2,21	0,63
2-Deoxysorbit	2,42	2,05
Allit	3,11	1,26
Mannit (M)	3,38	1,58
Dulcit (D)	3,80	2,19
Sorbit (S)	4,48	

*Für die Definitionen vgl. Ettre (1963)

im Analysengemisch Anlass zu Fehlinterpretationen sein, da sie gaschromatographisch in den meisten Fällen gleiches Verhalten wie die Hexite zeigt (vgl. Holligan und Drew, 1971). Hingegen erlauben der Einsatz der in der Polyolanalytik neuen flüssigen Phase SP-2340 (3% w/w, für weitere Details vgl. II.4.3.) und das hier verwendete Verfahren zur Isolation der Neutralfraktion (vgl. II.2.) die Separation sämtlicher in Pilzen auftretenden aliphatischen Zuckeralkohole. Für Ribit und Arabit beobachtete man allerdings eine Auflösung von lediglich 86%, ein Wert, der für quantitative Aussagen jedoch durchaus genügt (Ambrose, 1971). Bemerkenswert ist die perfekte Trennung sämtlicher Hexite (vgl. Tab. 7). Dass der Gipfel für Glucose mit demjenigen für Dulcit koinzidiert, ist hier bedeutungslos, da Glucose höchstens in Spuren anwesend sein kann (s. oben) und der Aldit in Pilzen äusserst selten auftritt (vgl. Tab. 27) und in keiner der untersuchten Neutralfraktionen gefunden worden ist, weder dünnschichtchromatographisch noch elektrophoretisch.

1.4. Papierelektrophorese (PE)

Unter Verwendung von Metavanadat resp. Borat als Puffermedium separierten Chang und Li (1964) aus G. candidum und Lones und Peacock (1964) aus C. immitis Mannit von anderen Komponenten der wasserlöslichen Neutralfraktion.

Die Wanderung der ungeladenen Kohlenhydratmoleküle im elektrischen Feld erfolgt durch Komplexbildung mit dem Elektrolyten und beruht nur sekundär auf der Alkalinität des Puffers (Frahn und Mills, 1959). Dabei wird angenommen, dass eine Migration nur dann zustande kommt, wenn sich mindestens zwei Hydroxylgruppen der Zuckeralkohole mit einem Ion des Elektrolyten zu einem cyclischen Komplex vereinigen, und dass dabei die Bildung und Zerstörung des letzteren reversibel ist und sehr schnell geschieht (Angyal und McHugh, 1957). Wie bei Verwendung von basischem Bleiacetat als Elektrolyt erfolgt auch bei jener von Natriumarsenit die Bildung des zumeist fünfgliedrigen, relativ schwachen Komplexes bevorzugt an Hydroxylgruppen in threo-Stellung. Für Polyolmoleküle mit ribo-, allo- und meso-glycero-allo-Konfigurationen, welche ja keine threo-Gruppen enthalten, ist die Mobilität im elektrischen Feld allgemein niedrig, sie nimmt mit steigender Anzahl von threo-Gruppen zu und erreicht ihr Maximum bei ido-, xylo- und meso-glycero-ido-Konfigurationen (vgl. Frahn und Mills, 1959). Versuche mit anderen Elektrolyten, wie Borax, basischem Bleiacetat, NaOH (vgl. Frahn und Mills, 1959), zeigen, dass mit Natriumarsenitpuffer die beste Separation der Isomeren erfolgt.

Das von Frahn und Mills (1959) übernommene und modifizierte Verfahren (vgl. II.4.4.) erlaubt eine hervorragende Trennung aller Pentite resp. Hexite. Hingegen zeigen Arabit und Mannit sowie Xylit und Sorbit unter den gewählten Bedingungen sehr ähnliche Mobilität. Mittels t-Test, der zum Vergleich der Mittelwerte je zweier Testsubstanzen diente und in analoger Weise wie unter III.1.2. durchgeführt wurde, ergab sich denn auch, dass die M_{RI} -Mittelwerte von Arabit und Mannit resp. jene von Xylit und Sorbit - im Gegensatz zu sämtlichen übrigen Testsubstanzen - keine signifikanten Unterschiede aufweisen (vgl. Tab. 8 und Tab. 9).

Tab. 8: PE von Polyolen: Statistische Kennzahlen der M_{RI} -Werte von Testsubstanzen (Elektrophoresebedingungen vgl. II.4.4.). RI, Ribose (Referenzsubstanz); M_{RI} -Wert, Migration_{Polyol}/Migration_{Ribose} (übrige Abkürzungen vgl. Tab. 4).

M_{RI} -Werte										
	RI	M	D	S	A	X	R	E	G	
n	20	16	7	5	11	5	3	6	11	
Σx	20	20,92	10,89	9,32	13,55	9,21	2,14	1,81	-1,16	
Σx^2	20	27,4484	17,0977	17,4578	16,7441	17,0441	1,5266	0,5897	0,4292	
$\bar{x}$	1,00	1,31	1,56	1,86	1,23	1,84	0,71	0,30	-0,11	
s	-	1,07979	0,16123	0,14605	0,07278	0,13809	0,00577	0,09347	0,17518	
V%	-	6,10	10,36	7,84	5,91	7,50	0,81	30,98	166,12	
$s_{\bar{x}}$	-	0,01995	0,06094	0,06531	0,02194	0,06176	0,00333	0,03816	0,05282	
$s_{\bar{x}}(\%)$	-	1,53	3,92	3,50	1,78	3,35	0,47	12,65	50,09	

M_{RI}

Tab. 9: PE von Polyolen: Vergleich je zweier Testsubstanzen mittels t-Test auf signifikante Unterschiede ihrer M_{RI} -Mittelwerte (Abkürzungen vgl. Tab. 4 und Tab. 5).

ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	34 2,73 17,30 +	M_{RM}		t-Test auf signifikante Unterschiede ihrer M_{RI} -Mittelwerte (Abkürzungen vgl. Tab. 4 und 5)					
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	25 2,79 16,02 +	21 2,83 5,01 +	M_{RD}						
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	23 2,81 28,37 +	19 2,86 11,13 +	10 3,17 3,39 +	M_{RS}					
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	29 2,76 14,45 +	25 2,79 2,51 -	16 2,92 5,86 +	14 2,98 11,79 +	M_{RA}				
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	23 2,81 29,24 +	19 2,86 10,97 +	10 3,17 3,21 +	8 3,36 0,24 -	14 2,98 11,77 +	M_{RX}			
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	21 2,83 259,88 +	17 2,90 12,60 +	8 3,36 8,74 +	6 3,71 13,71 +	12 3,06 11,97 +	6 3,71 13,70 +	M_{RR}		
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	24 2,80 35,17 +	20 2,85 25,19 +	11 3,11 16,73 +	9 3,25 21,55 +	15 2,95 22,83 +	9 3,25 22,03 +	7 3,50 7,36 +	M_{RE}	
ν $t(\alpha, \nu)$ $ t $ SIG	29 2,76 28,63 +	25 2,79 28,44 +	16 2,92 20,20 +	14 2,98 21,82 +	20 2,85 23,38 +	14 2,98 21,83 +	12 3,06 7,86 +	15 2,95 5,25 +	M_{RG}

$\alpha = 0,01$

$t(\alpha, \nu) > |t| \rightarrow H_0: \mu_1 = \mu_2 \rightarrow -$ (kein Unterschied)

$t(\alpha, \nu) < |t| \rightarrow H_A: \mu_1 \neq \mu_2 \rightarrow +$ (signifikanter Unterschied)

2. Identifikationsmethoden

Die Auswahl der nach chromatographischer Separation applizierbaren Sprühreagentien zur Identifizierung von Zuckeralkoholen ist begrenzt. So sind nur wenige Entwickler bekannt, die zwischen Alditen und Zuckern zu diskriminieren vermögen, wie z.B. die Kombination des nach Lambou (1956) modifizierten Fleury-Reagens (Quecksilberniträt + Bariumacetat), gefolgt von p-Anisidin-Phosphorsäure. Eine Hilfe zur Differenzierung von Zuckern und Polyolen bildet die Anwendung von Anilin-Trichloressigsäure, m-Phenyldiamin und p-Anisidin-Phosphorsäure, da Polyalkohole im Unterschied zu Zuckern und Methylzuckern mit diesen nicht reagieren (Linskens, 1959). Das sowohl auf Polyole als auch auf reduzierende Zucker und Glykoside ansprechende alkalische Silberreagens nach Trevelyan et al. (1950) findet bei der Analyse pilzlicher Zuckeralkohole mittels PC weitaus die häufigste Verwendung (vgl. Blakeley und Spencer, 1962; Niederpruem und Hunt, 1967; Holligan und Lewis, 1973), wohl nicht zuletzt der hohen Nachweisempfindlichkeit wegen (vgl. Linskens, 1959). So zeigte sich, dass unter den gewählten Analysenbedingungen noch Alditmengen von $1\text{ }\mu\text{g}$ lokalisiert werden können. Auf in Pyridin enthaltenden Laufmitteln entwickelten Chromatogrammen ist dies jedoch nur möglich, sofern diese Komponente vollständig entfernt wird, was leicht mittels Trocknen bei Raumtemperatur während 24 h erfolgen kann. Werden die Chromatogramme zu früh besprüht, so verhindern selbst Spuren von Pyridin die Reduktion des Silbers. Bezüglich Nachweisempfindlichkeit ist das von Frahn (1964) modifizierte Natriummetaperiodat/Benzidin-Sprühreagens (vgl. II.4.2.) gegenüber der von Hay et al. (1963) vorgeschlagenen Kaliumpermanganatlösung zur Identifikation von mittels DC separierten Polyolen weit überlegen. Durch die kombinierte Anwendung dieser beiden angesäuerten Sprühmittel, welche für einzelne Zucker und wenige Cyclite sowie für sämtliche aliphatischen Zuckeralkohole spezifisch ist (Frahn, 1964), konnte die Nachweisgrenze von $2\text{ }\mu\text{g}$ - von Cifonelli und Smith (1954) ursprünglich für Papier ermittelt - wesentlich erniedrigt werden, nämlich auf $0,5\text{ }\mu\text{g}$. Mit Tetramethyl-diamino-4,4'-diphenylmethan (vgl. Papin und Udiman, 1975) ergab sich kein mit diesem auch nur annähernd vergleichbares Resultat. Die geringere Sensitivität ($2\text{--}5\text{ }\mu\text{g}$) des Entwicklerreagens Periodat/Benzidin nach elektrophoretischen Polyolseparationen ist dadurch erklärbar, dass nebst der erhöhten Diffusion der Polyalkohole während des Trennvorgangs und möglichen Interaktionen zwischen Elektrolyt und Sprühreagens das Natriumarsenit die Struktur des Papiers

verändert und so eine selektive Reaktion der Analysenkomponenten in Anwesenheit von Zellulose verhindern kann (Frahn und Mills, 1959).

Identifizierung von Polyolen mittels GC erfolgt bekanntlich durch Co-Chromatographie von Test- und Analysesubstanz an zwei bezüglich ihrer Polarität verschiedenen Phasen (vgl. Holligan, 1971), d.h. durch Beobachten der entsprechenden Gipfelerhöhung nach Injektion einer Mischung der Probe mit authentischer Testsubstanz.

Weitere häufig angewendete Identifikationsmethoden für pilzliche Polyole sind die Analyse der elementaren Zusammensetzung (Wain und Wilkinson, 1946; vgl. auch III.1.3.), die Bestimmung des Schmelzpunktes der freien Aldite (Stodola, 1946; vgl. auch IV.2.2.), ihrer Acetate (Oxford und Raistrick, 1935; Wang und Le Tourneau, 1971; vgl. auch III.1.3.) oder ihrer Di- oder Tribenzylidinderivate (Birkinshaw et al., 1948; resp. Pruess et al., 1933), die Ermittlung der optischen Drehung in wässriger Lösung (Birkinshaw et al., 1948) oder nach erfolgter Komplexierung mit Borat- oder Molybdationen (Coyne und Raistrick, 1931; resp. Le Tourneau, 1974) sowie die Bestimmung des Röntgendiffraktionsmusters (Stodola, 1946).

Die erst in neuerer Zeit routinemässig angewendeten spektroskopischen Methoden bilden zusätzliche Möglichkeiten. So wird Identifikation von Zuckeralkoholen mittels IR- resp. NMR-Spektroskopie beschrieben (Onishi und Perry, 1965; Wright und Le Tourneau, 1965; vgl. auch IV.2.2. und Abb. 5; resp. Dominguez et al., 1972), und für partiell methylierte Polyolacetate liegen Massenspektren vor (Darvill et al., 1975).

3. Quantitierung

3.1. Quantifizierungsmethoden (Uebersicht)

Neben der klassischen Periodatoxidation (vgl. West und Rapoport, 1949) zählen u.a. die Komplexierung der Polyole mit Kupfer (Bertram und Rutgers, 1938), die Bestimmung der optischen Drehung der Zuckeralkohole nach Zugabe von Arsenit (Badreau, 1921) und die Anwendung der modifizierten Hagedorn-Jensen-Methode - auf Oxidation der Aldite mit Kaliumferricyanid beruhend (Todd et al., 1939) - zu den herkömmlichen Verfahren zur Quantifizierung von Polyolen (vgl. auch Einleitung).

Ein Grund zur hohen Eignung der GC zur Mengenbestimmung von Alditen liegt darin, dass mit jenen Quantifizierungsverfahren nur dann aussagekräftige Re-

sultate zustande kommen, wenn die Anwesenheit anderer Polyole und von Zuckern ausgeschlossen werden kann (vgl. Pigman und Goepp, 1948; Barker, 1955; Lewis und Smith, 1967b). Es braucht kaum betont zu werden, dass eine Erfassung von nur in Spuren vorhandenen Zuckeralkoholen mit diesen traditionellen Methoden überhaupt undenkbar ist.

3.2. Quantitierung mittels Gaschromatographie

3.2.1. Kalibrierung

Die Injektion gleicher Quantitäten verschiedener Substanzen, sei es gewichtsbezogen oder auf molarer Ebene, und die Messung der korrespondierenden Peakflächen ergeben bekanntlich Serien von Detektorantwort-Faktoren (Holligan, 1971). In der vorliegenden Arbeit werden sie mit f bezeichnet (vgl. Leibnitz und Struppe, 1970). Die Umwandlung integraler Daten - ob manuell (Sawardeker et al., 1965; Sjöström et al., 1966; Kim et al., 1967) oder automatisch erfasst (Albersheim et al., 1967; Shaw und Moss, 1969; Metz et al., 1971) - in absolute Quantitäten bedingt eine Kalibrierung (Holligan, 1971), insbesondere deshalb, weil bei Analysen mittels FID vor allem bei extrem niedrigen oder sehr hohen Stoffkonzentrationen eine lineare Abhängigkeit der Peakfläche von der eingewogenen Menge nicht mehr gewährleistet ist (Burchfield und Storrs, 1962; Jeffery und Kippings, 1964).

3.2.1.1. Prüfung der Einspritzgenauigkeit und Ermittlung der Antwortfaktoren f für sämtliche Testpolyole (Injektionsmenge: 50 nMol)

Da weder bei der Aufarbeitung der Neutralfraktion (vgl. II.2.), noch bei der Herstellung der Acetate (vgl. II.4.3.) ein interner Standard verwendet worden ist, diente der in der vorliegenden Studie eingesetzte 6-Deoxy-L-galaktit lediglich zur Bestimmung der relativen Retentionswerte (Tab. 7) sowie als Bezugssubstanz für die Ermittlung der Antwortfaktoren f (s. unten) der einzelnen Polyalkohole (vgl. Holligan, 1971, sowie Tab. 10).

Ausgehend von äquimolaren Testlösungen, je 50 μ Mol Polyol in 1 ml Pyridin enthaltend (vgl. Lehnhardt und Winzler, 1968; Shaw und Moss, 1969), wurde zunächst die Reproduzierbarkeit der Detektorantworten geprüft. Die aus 6 verschiedenen Injektionen bei einer Einspritzmenge von 1 μ l (d.h. von 50 nMol Polyol) errechneten Mittelwerte der Detektorantworten für jeden

Tab. 10: Ermittlung der molaren Detektorantworten, der relativen Antwortfaktoren sowie der statistischen Kennzahlen der acetylierten Polyoltestsubstanzen. s , Standardabweichung; $s_{\bar{x}}$, Standardfehler; $s_{\bar{x}}^2$ (%), Standardfehler in % (vgl. hierzu Sachs, 1972).

Polyol	molare Antwort ^a				relativer Antwortfaktor (f)		Korrelationskoeffizient R^b
	Impulse ($\mu V \cdot 10^3$)	s	$s_{\bar{x}}$	$s_{\bar{x}}^2$ (%)	einzeln	im Gemisch	
Glycerin	6469	492,2	175,2	2,7	0,52	0,50	0,99979
Erythrit	10913	778,2	317,7	2,9	0,88	0,88	0,99887
Threitol	10032	998,6	407,4	4,0	0,81	0,81	-
Ribitol	12245	645,2	263,4	2,1	0,99	0,97	0,99711
Arabin	11897	1029,7	420,3	3,5	0,96	0,96	-
Xylitol	13049	974,0	397,6	3,0	1,05	1,05	-
Mannitol	13471	1101,3	449,6	3,3	1,08	1,08	0,99871
Sorbit	12353	1192,7	486,9	3,9	1,00	1,03	-
Standard	12430	375,2	153,2	1,2	1,00	1,00	0,99677

^a Mittelwert aus 6 Bestimmungen (Injektionsmenge: 50 nMol)

^b R berechnet für Injektionsmengen von 25-250 nMol

Zuckeralkohol sowie die zugehörige Standardabweichung und der Standardfehler sind in Tab. 10 aufgeführt.

Die relativen Antwortfaktoren f wurden nach der Gleichung

$$f = \frac{(\text{Fläche}_x) (\mu\text{Mol}_{\text{Standard}})}{(\text{Fläche}_{\text{Standard}}) (\mu\text{Mol}_x)}$$

ermittelt (Lehnhardt und Winzler, 1968), die sich unter den gewählten Versuchsbedingungen zu

$$f = \frac{\text{Fläche}_x}{\text{Fläche}_{\text{Standard}}} \quad (\text{Shaw und Moss, 1969})$$

reduzierte. Wie bereits von Shaw und Moss (1969) gezeigt, sind die Antwortfaktoren der einzelnen Polyole konstant, unabhängig davon, ob diese einzeln oder im Gemisch injiziert werden (vgl. Tab. 10).

3.2.1.2. Kalibrierungskurven für Polyole verschiedener Kettenlänge für Injektionsmengen von 25-250 nMol; Berechnung der linearen Regressionen

Zur Prüfung der linearen Abhängigkeit der Detektorantworten vom Einspritzquantum wurden Versuchsreihen mit Glycerin, Erythrit, Ribit, Mannit und 6-Deoxy-L-galaktit für Mengen zwischen 25 und 250 nMol/Injektion durchgeführt. Um Fehler bei der Verdünnung zu vermeiden, bediente man sich hierzu der oben erwähnten Testlösungen (50 nMol/ μ l Injektionsmenge), nachdem ein Versuch zuvor ergeben hatte, dass verschiedene Injektionsvolumina (0,5 - 5 μ l) derselben Menge Polyol gleiche Detektorsignale erzeugten. Wie Tab. 10 zeigt, besteht in allen Fällen eine sehr hohe lineare Korrelation zwischen Polyolmenge und Detektorantwort.

Die Berechnung der linearen Regressionen für die experimentell bestimmten Detektorantworten von Glycerin ($\hat{y}_G = a_G + b_G x$), Erythrit ($\hat{y}_E = a_E + b_E x$), Ribit ($\hat{y}_R = a_R + b_R x$), Mannit ($\hat{y}_M = a_M + b_M x$) und des Standards ($\hat{y}_{ST} = a_{ST} + b_{ST} x$) zeigte jedoch, dass der Schnittpunkt jeder Kalibrierungskurve mit der Abszisse im Bereich von ca. 20 nMol liegt (vgl. Abb. 2a). Dies be-

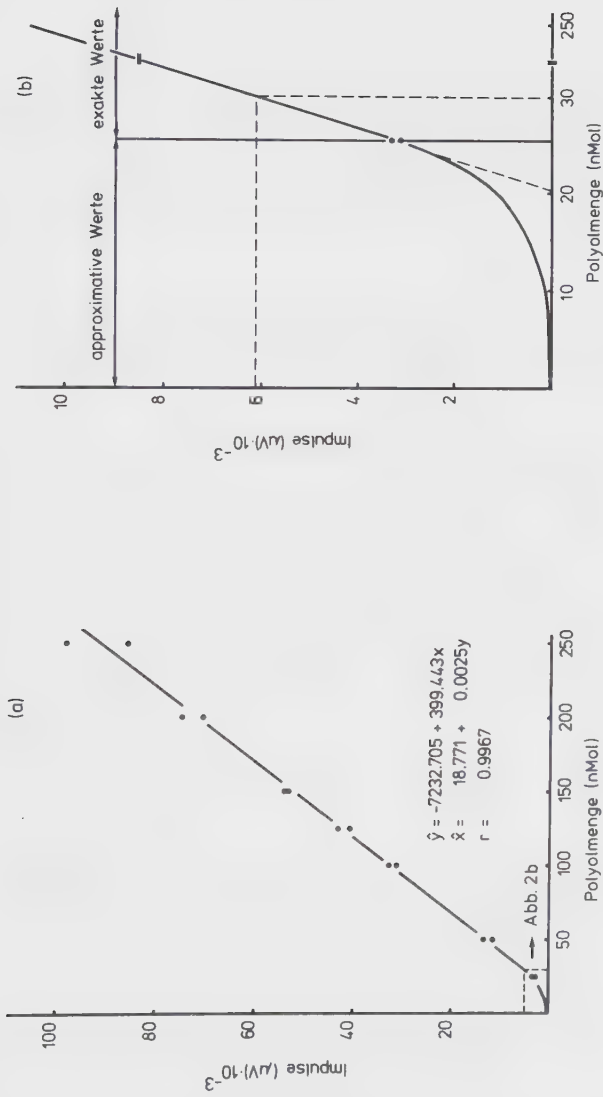


Abb. 2: Quantifizierung von Polyolen pilzlicher Neutralfraktionen: (a) Kalibrierungskurve für den Standard; (b) Ausschnitt aus (a): Kurve zur Ermittlung approximativer Werte für Polyolmengen ≤ 20 nMol

deutet, dass für sehr kleine Quantitäten (<25 nMol) die Detektorantwort keine lineare Funktion der injizierten Polyolmenge mehr darstellt, und die Werte deshalb nur approximativ, nach Extrapolation aus Abb. 2b, bestimmt werden können.

In jenen Fällen, wo die Neutralfraktion ca. 5% des Trockengewichtes (TG) ausmachte, lag die Nachweisgrenze von Zuckeralkoholen aufgrund der gewählten technischen Anordnung bei ca. 0,001% des TG, wobei Polyolmengen, die weniger als ungefähr 0,05% des TG betrug, durch manuelle Integration ermittelt werden mussten.

3.2.2. Statistische Prüfung der Anwendbarkeit der Antwortfaktoren f von Glycerin, Erythrit, Ribit, Mannit und 6-Deoxy-L-galaktit für den Injektionsbereich von 25-250 nMol: Vergleich zweier Regressionsgeraden mittels t-Test

Da die Antwortfaktoren der Zuckeralkohole nur bei einer Einspritzmenge von 50 nMol berechnet wurden (vgl. Tab. 10), und die Kalibrierungskurven für diejenigen Polyole, welche über den ganzen hier interessierenden Mengenbereich geprüft wurden, nicht durch den Nullpunkt verlaufen ($a \neq 0$), musste gezeigt werden, dass die f -Werte für alle Aldite für den ganzen Konzentrationsbereich (25-250 nMol) gültig sind. Würden sowohl die Gerade für den Standard als auch diejenigen für den betreffenden Testpolyol die x -Achse im Nullpunkt schneiden, wäre dies selbstverständlich, da dann ja gilt:

$$\frac{\hat{y}_P}{\hat{y}_{ST}} = \frac{b_P x}{b_{ST} x} = f \quad (\text{wobei } P = \text{Polyol, } St = \text{Standard})$$

Im vorliegenden Fall muss jedoch geprüft werden, ob die Behauptung

$$\frac{\hat{y}_P}{\hat{y}_{ST}} = f = \frac{a_P + b_P x}{a_{ST} + b_{ST} x} \quad \text{resp.}$$

$$a_{ST} + b_{ST} x = \frac{a_P + b_P x}{f} = a^*_P + b^*_P x$$

(oder anders ausgedrückt $a_{ST} = a^*_P$ und $b_{ST} = b^*_P$) zutrifft.

Dazu wurden sämtliche Messwerte für jeden Polyalkohol durch den korrespondierenden, bei einer Injektionsmenge von 50 nMol bestimmten, f-Wert dividiert. Für die so erhaltenen Quotienten ermittelte man erneut nach der Methode der kleinsten Quadrate die lineare Ausgleichsfunktion ($\hat{y}_G^* = a_G^* + b_G^*x$; $\hat{y}_E^* = a_E^* + b_E^*x$; $\hat{y}_R^* = a_R^* + b_R^*x$; $\hat{y}_M^* = a_M^* + b_M^*x$; $\hat{y}_{ST}^* = a_{ST}^* + b_{ST}^*x$). Mittels t-Test wurde nun geprüft, ob der Achsenabschnitt a_p^* resp. der Regressionskoeffizient b_p^* mit a_{ST} bzw. b_{ST} identisch ist.

Als Prüfgrösse für den Vergleich zweier Achsenabschnitte (a_{ST} , a_p^*) bzw. Regressionskoeffizienten (b_{ST} , b_p^*) wurden die folgenden Gleichungen verwendet (vgl. Le Roy, 1970):

$$|t|_a = \frac{|a_{ST} - a_p|}{\bar{s}_{y \cdot x} \sqrt{\frac{1}{N_{ST}} + \frac{1}{N_P} + \frac{\bar{x}_{ST}^2}{Q_{x_{ST}}} + \frac{\bar{x}_P^2}{Q_{x_P}}}}$$

$$|t|_b = \frac{|b_{ST} - b_p|}{\bar{s}_{y \cdot x} \sqrt{\frac{1}{Q_{x_{ST}}} + \frac{1}{Q_{x_P}}}}$$

- wobei $\hat{y}$ Schätzwerte y
 a Achsenabschnitt
 b Regressionskoeffizient
 $\bar{x}$ Mittelwert
 N Anzahl (x,y) -Paare
 $|t|$ absoluter, errechneter t-Wert
 Q_x Summe der Abweichungsquadrate ($Q_x = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}$)
 $\bar{s}_{y \cdot x}$ Standardfehler der
 Schätzung von y aus x ($\bar{s}_{y \cdot x} = \sqrt{\frac{SAQ_{ST} + SAQ_P}{N_{ST} + N_P - 4}}$)
 SAQ Summe der Abweichungsquadrate $Q_{y \cdot x} = \sum (y - \hat{y})^2$

(vgl. Le Roy, 1970; Sachs, 1972)

Die Nullhypothese lautet:

$$H_0: \begin{array}{l} \alpha_{ST} = \alpha^*_P \text{ und} \\ \beta_{ST} = \beta^*_P . \end{array}$$

Die Alternativhypothese lautet:

$$H_A: \begin{array}{l} \alpha_{ST} \neq \alpha^*_P \text{ und} \\ \beta_{ST} \neq \beta^*_P . \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Es gilt:} & |t|_a \text{ resp. } |t|_b < t_{\alpha(\nu)} \longrightarrow H_0 \\ & |t|_a \text{ resp. } |t|_b > t_{\alpha(\nu)} \longrightarrow H_A , \end{array}$$

wobei $t_{\alpha(\nu)}$ kritischer Tabellenwert für t bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% ($\alpha = 0,05$) und ν Freiheitsgraden ($\nu = (N_{ST} + N_P - 4)$).

Da die geschätzten t-Werte ($\hat{t}$) in allen Fällen kleiner als die tabellierten t-Werte sind (vgl. Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen (1968), sowie Tab. 11 dieser Arbeit), kann die Nullhypothese für den Achsenabschnitt a resp. den Regressionskoeffizienten b bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit nicht zurückgewiesen werden, d.h. a_{ST} und a^*_P bzw. b_{ST} und b^*_P unterscheiden sich nicht signifikant (vgl. Tab. 11). Dies bedeutet, dass man im geprüften Bereich von 25-250 nMol Injektionsmenge jederzeit die beobachtete Detektorantwort für einen Zuckeralkohol durch den entsprechenden Antwortfaktor dividieren darf und zur Ermittlung des Polyolgehaltes deshalb nur eine Gleichung, nämlich diejenige des Standards, benötigt.

Die Versuchsreihe wurde zwar mit nur je einem Vertreter der Polyole verschiedener Kettenlänge durchgeführt. Da sich in jedem Fall übereinstimmende Resultate zeigten, darf jedoch angenommen werden, dass dies auch für die übrigen, an dieser Stelle nicht getesteten Polyole (Threit, Arabit, Xylit, Dulcit und Sorbit) zutrifft.

Tab. 11: Vergleich der Ausgleichsgeraden für die Polyole ($\hat{y}_p^* = a_p^* + b_p^* x$) mit jener für den Standard ($\hat{y}_{ST} = a_{ST} + b_{ST} x$) mittels t-Test. a, Achsenabschnitt; b, Regressionskoeffizient; G, Glycerin; E, Erythrit; R, Ribit; M, Mannit; ST, Standard (6-Deoxy-L-galaktit). Für übrige Abkürzungen vgl. III.3.2.2.

Polyol	$\hat{y}_{ST} = a_{ST} + b_{ST} x$ $\hat{y}_p = a_p + b_p x$		$\hat{y}_p^* = a_p^* + b_p^* x$		ST \ G	ST \ E	ST \ R	ST \ M	Vergleich Standard-Polyol
	a	b	a	b					
Standard	-7232,705	399,443	-	-	2,064	2,040	2,064	2,064	$t_{\alpha}(v)$
Glycerin	-3945,152	209,442	-7586,770	402,774	0,2132	0,0905	0,2968	0,5821	$ t_a $
Erythrit	-6250,576	348,987	-7102,827	396,575	0,3047	0,2938	0,2177	0,9844	$ t_b $
Ribit	-6568,340	392,589	-6634,580	396,555	+	+	+	+	H_0
Mannit	-8971,872	444,288	-8307,678	411,379	-	-	-	-	H_A

IV. SYSTEMATISCHE VERBREITUNG DER POLYOLE VON PILZEN

1. Anteil der Neutral- resp. Polyolfraktion am Trockengewicht vegetativer Pilzzellen

Der Vergleich von Frisch- und Trockengewicht (FG resp. TG) der geprüften Organismen stimmt mit der herkömmlichen Auffassung überein, wonach der Wassergehalt von Mycelium und Fruchtkörper vieler Pilze - im Gegensatz zu den Sporen (Hawker und Madelin, 1976) - etwa 90% des Frischgewichts beträgt (Cochrane, 1958). Der Anteil der isolierten Neutralfraktion am Trockengewicht eines Organismus, in den vorliegenden Untersuchungen zwischen 0,8% (bei Phycomyces blakesleanus) und 24,6% (bei Endothia parasitica) variierend, hat sich vor allem bei den Phycomyceten als allgemein niedrig erwiesen. Sehr hohe Werte treten ausschliesslich bei höheren Pilzen auf (vgl. Abb. 3). In einigen Fällen bilden die Polyole oft nahezu die gesamte Menge neutraler Substanzen, so in Gibberella fujikuroi oder Penicillium italicum, wo die Zuckeralkohole 92% bzw. 85% der gesamten Neutralfraktion ausmachen. Häufig aber stellen die Aldite nur einen wesentlich kleineren Teil der Neutralfraktion dar; oder sie können auch ganz fehlen (vgl. Abb. 3). Diese enthält nämlich auch andere Substanzen, so z.B. Trehalose, das einzige durch Pilze in nennenswertem Ausmass synthetisierte Disaccharid (Blumenthal, 1976), sowie allenfalls weitere verwandte Stoffe, z. B. Clavicepsin (vgl. Boothroyd et al., 1956). Trehalose ist nicht nur in Fruchtkörpern (vgl. Bourquelot, 1891; Rast, 1965), sondern auch in Mycelien vielfach nachgewiesen worden (vgl. Long und Cooke, 1974; Maclean und Scott, 1976; Pfyffer, 1976).

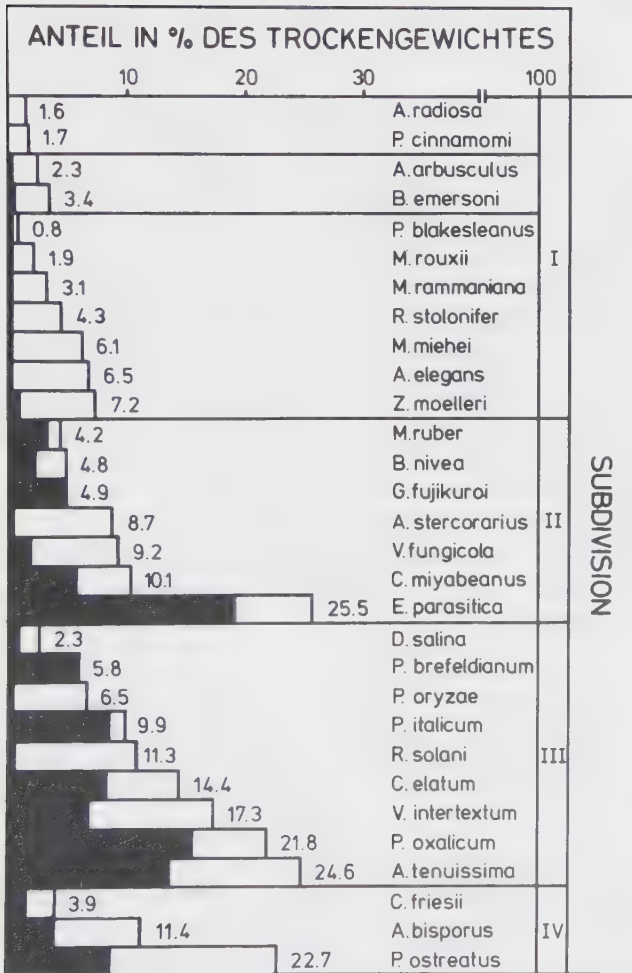


Abb. 3: Relation zwischen Gewicht von Trockensubstanz und Neutral- resp. Polyolfraction bei Vertretern verschiedener Pilzklassen.

■ Polyolfraction

□ unidentifizierte Komponenten der Neutralfraction
(Trehalose und andere Stoffe)

I, Phycomyceten; II, Ascomyceten; III, Deuteromyceten;
IV, Basidiomyceten.

2. Vorkommen von Ribit in Pilzen-

2.1. Screening mittels GC

Wie in Kap. III.1.3. gezeigt, können Xylit, Arabit und Ribit in Form ihrer Pentaacetate gaschromatographisch gut voneinander separiert werden. Um abzuklären, ob Ribit in der Tat einen seltenen pilzlichen Metaboliten darstellt (vgl. Einleitung), oder ob sein Vorkommen möglicherweise auf bestimmte, bisher diesbezüglich nicht untersuchte taxonomische Gruppen beschränkt ist, wurden die Mycelien der in Tab. 12 aufgeführten Organismen sowie jene von Chaetomium globosum, Gelasinospora cerealis, Mucor mucedo und Rhizopus oligosporus auf ihren Ribitgehalt untersucht, ebenso Sporokarpen von A. bisporus, A. mellea, B. erythropus, Hydnum imbricatum, Hydnum repandum, Lycoperdon gemmatum, P. lubrica, Pleurotus ostreatus und Xerocomus badius sowie Sporen von A. bisporus und U. maydis. Während weder in Sporen noch in Fruchtkörpern auch nur Spuren von Ribit auftraten, konnte der Ribit im Mycelium von Mortierella rammaniana, Actinomucor elegans, Mucor miehei und Zygorhynchus moelleri, und zwar mit einem Anteil von 0,01%, 0,02%, 0,26% und 0,43% am Trockengewicht, gefunden werden (vgl. Abb. 4a-4d).

2.2. Isolation und Identifikation von Ribit aus Mucor miehei

Die Isolation des präsumptiven Ribits aus der Neutralfraktion von M. miehei mittels präparativer PC (Laufmittel nach Maclean und Scott, 1976: vgl. II.4.1. und II.5.) ergab ein weisses Pulver. Das Gaschromatogramm des Acetylderivates dieser Verbindung wies einen einzigen Peak auf; sie co-chromatographierte mit dem Pentaacetat von authentischem Ribit. Das IR-Spektrum der interessierenden Substanz war mit demjenigen der Testsubstanz identisch (vgl. II.6. sowie Abb. 5). Mit der Bestimmung des Schmelzpunktes (101-102°C), der durch Zugabe einer gleichen Menge authentischen Ribits nicht erniedrigt wurde, ist die Identität dieses Zuckeralkohols in M. miehei zusätzlich gesichert.

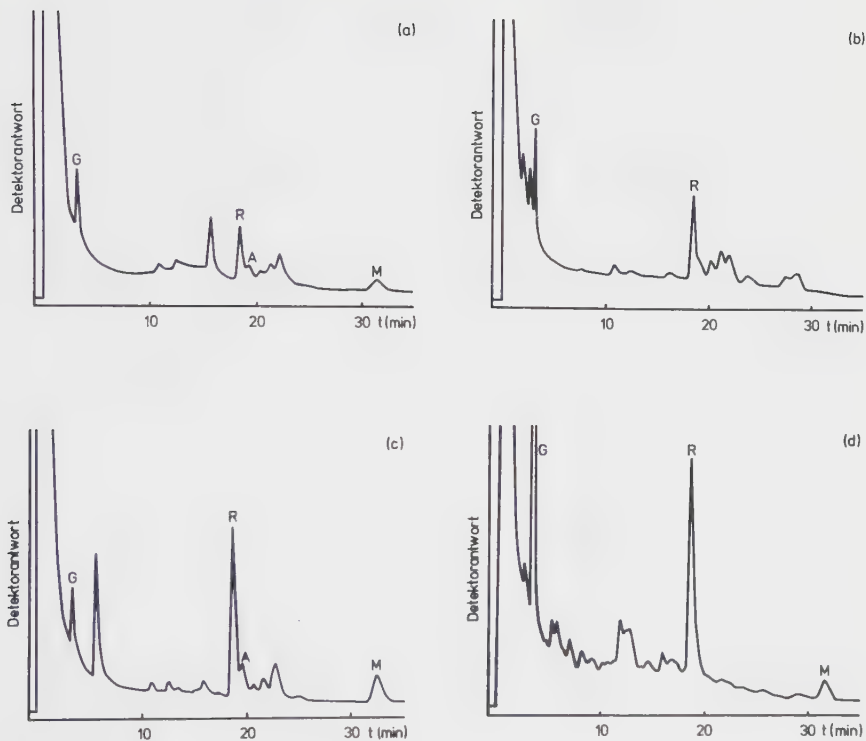


Abb. 4: Ribit in Pilzen: Gaschromatogramm (Temperaturprogramm 2: vgl. II.4.3.) der acetylierten Neutralfraktion von

- (a) *M. rammaniana*
- (b) *A. elegans*
- (c) *M. miehei*
- (d) *Z. moelleri*

G, Glycerin; R, Ribit; A, Arabit; M, Mannit

Tab. 12: Vorkommen von Ribit in der wasserlöslichen Neutralfraktion: Liste der mittels GC geprüften Spezies

Spezies	Kulturbedingungen (Erklärungen s. Fussnote)		
	Medium	Inkubations- dauer	Inkubations- temperatur
(i) <u>Ribit nicht vorhanden</u>			
PHYCOMYCOTINA			
Oomycetes			
<u>Achlya radiosa</u> Maurizio (CBS 109.35)	(1)	*	20°
<u>Phytophthora cinnamomi</u> Rands (CWI 77.375)	(2)	**	23°
Chytridiomycetes			
<u>Allomyces arbusculus</u> Butler (CBS 101.33)	(3)	*	28°
<u>Blastocladiella emersonii</u> Cantino & Hyatt (CBS 561.70)	(4)	*	20°
Zygomycetes			
<u>Mucor rouxii</u> (Calmette) Wehmer (ATCC 24905)	(5)	*	
<u>Phycomyces blakesleanus</u> Burgeff (UBC 33)	(6)	*	
<u>Rhizopus stolonifer</u> (Ehrenb. ex Fr.) Lind (CBS 107.76)	(7)	*	30°
ASCOMYCOTINA			
<u>Ascobolus stercorarius</u> (Bull. ex St. Amans) Schroet. (CBS 205.67)	(7)	*	
<u>Byssoschlamys nivea</u> Westling (identif. durch Samson, Baarn)	(7)	*	

Tab. 12: (Fortsetzung)

Spezies	Kulturbedingungen (Erklärungen s. Fussnote)		
	Medium	Inkubations- dauer	Inkubations- temperatur
<u>Chaetomium elatum</u> Kunze ex Fr. (Dreyfuss ETHZ 7754)	(7)	*	
<u>Cochliobolus miyabeanus</u> (S. Ito & Kuribayashi) Drechsler ex Dastur (MAAG 101 aL)	(8)	*	
<u>Endothia parasitica</u> (Murrill) P.J. & H.W. Anderson (EAFV M 298)	(8)	*	
<u>Gibberella fujikuroi</u> (Sawada) Ito & Kimura (ATCC 12616)	(7)	*	
<u>Monascus ruber</u> van Tieghem (Müller ETHZ 7201)	(7)	*	
DEUTEROMYCOTINA			
<u>Alternaria tenuissima</u> (Kunze ex Pers.) Wiltshire (Müller ETHZ 4979)	(7)	*	
<u>Dendryphiella salina</u> (Sutherland) Pugh & Nicot. (CBS 141.60)	(7)	**	21°
<u>Penicillium brefeldianum</u> Dodge (EAFV QM 1872)	(8)	*	
<u>Penicillium italicum</u> Wehmer (MAAG 153)	(7)	*	
<u>Penicillium oxalicum</u> Currie & Thom (CBS 219.30)	(10)	*	
<u>Pyricularia oryzae</u> Cav. (MAAG 48 bL, von BASF)	(7)	*	
<u>Rhizoctonia solani</u> Kuehn (MAAG 29 L)	(11)	*	
<u>Verticillium fungicola</u> (Preuss) Hassebr. (CBS 440.34)	(7)	*	20°
<u>Verticillium intertextum</u> Isaac & Davies (identif. durch Gams, Baarn)	(7)	*	

Tab. 12: (Schluss)

Spezies	Kulturbedingungen (Erklärungen s. Fussnote)		
	Medium	Inkubations- dauer	Inkubations- temperatur
BASIDIOMYCOTINA			
<u>Agaricus bisporus</u> (Lange) Sing. (ATCC 38 258)	(13)	*	
<u>Coprinus friesii</u> Qué1. (UBC 5018)	(7)	**	
<u>Pleurotus ostreatus</u> (Jacquin ex Fr.) Kummer (CBS 125.13)	(7)	**	
(ii) <u>Ribit vorhanden</u>			
PHYCOMYCOTINA			
Zygomycetes			
<u>Actinomyces elegans</u> (Eidam) C.R. Benjamin & Hesselstine (CBS 104.29)	(8)	*	
<u>Mortierella ramaniana</u> (Möller) Linnemann var. ramaniana (identif. durch Samson, Baarn)	(7)	*	
<u>Mucor miehei</u> Cooney Emerson (Müller ETHZ 4918)	(7)	*	30°
<u>Zygorhynchus moelleri</u> Vuill. (CBS 581.50)	(7)	*	20°

Tab. 12: (Fussnote)

Medium: (1) 2,1% YM Difco; (2) vgl. Hohl (1975); (3) vgl. Emerson (1941) und Machliss und Ossia (1953); (4) 0,55% PYG Difco; (5) 0,3% YE Difco, 1,0% Pepton, 2,0% Glucose, pH 4,5; (6) 2,4% PD Difco, 0,0001% Thiamin-HCl; (7) 2,4% PD Difco; (8) 3,5% ME Oxoid; (9) 0,5% Glucose, 0,5% Trypton; (10) 2,4% PD Difco, 0,1% YE Difco; (11) Czapek-Dox mit 3% Saccharose; (12) 0,4% PE Difco, 0,1% YE Difco, 2,0% Glucose, pH 7,0; (13) Dütsch et al. (in Vorbereitung). Inkubationsdauer: * 4-12 Tage; ** 13-21 Tage. Inkubationstemperatur: 26°C (wo nichts anderes vermerkt). BASF, Badische Anilin- und Sodafabrik; EAFV, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf; MAAG, Dr. R. Maag AG, Dielsdorf; UBC, University of British Columbia, Vancouver/CDN.

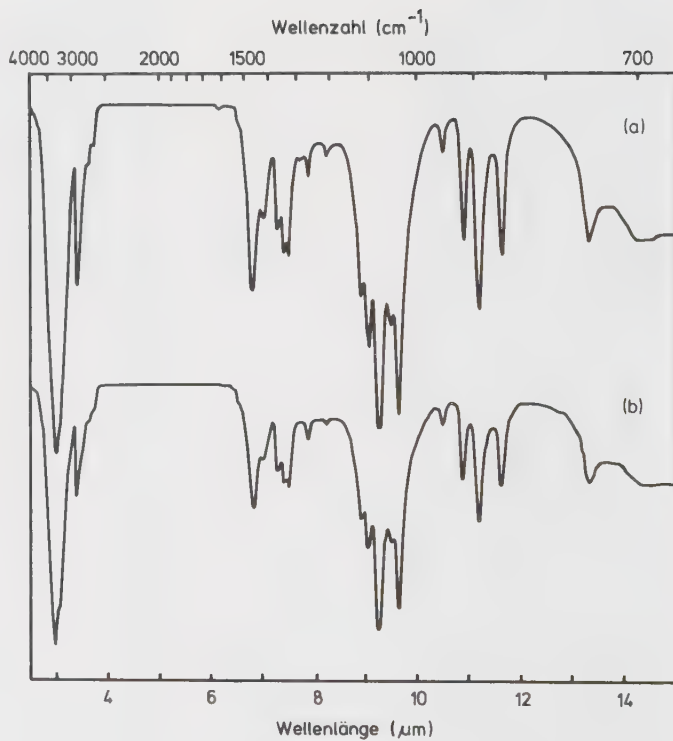


Abb. 5: IR-Spektrum von Ribit
(a) authentischer Ribit
(b) Ribit aus M. miehei

3. Polyolmuster von Vertretern verschiedener Pilzklassen

Die Ergebnisse der Analyse der einzelnen Neutralfraktionen mittels PE, DC und GC sind in Tab. 13 dargestellt. Hierbei wird ein Zuckeralkohol in einem Organismus nur dann als "vorhanden" bezeichnet (vgl. auch. VI.), sofern er wenigstens mit zwei verschiedenen Identifikationsmethoden gefunden worden ist. Die Existenz kleinster Spuren von Polyolen, in der Regel weniger als 0,01% des TG betragend (vgl. III.3.2.) und demzufolge nur gaschromatographisch feststellbar, ist somit dort nicht berücksichtigt. Die sowohl in den höheren Pilzen als auch in den Phycomyceten auftretende Trehalose (vgl. IV.1.) weist in Form ihres Acetylderivats unter den gewählten gaschromatographischen Bedingungen (vgl. II.4.3.), im Gegensatz zum entsprechenden TMS-Aether (Pfyffer, 1976), ein sehr grosses Retentionsvolumen auf, weshalb das Vorkommen des Disaccharids nicht mittels GC, sondern durch DC getestet wurde.

3.1. Oomyceten

Keines der drei angewendeten chromatographischen Verfahren lieferte auch nur geringste Anzeichen für ein Vorhandensein von Polyolen in den Oomyceten A. radiosa und P. cinnamomi (vgl. Abb. 6a). Hingegen konnte ein beträchtlicher Teil der Neutralfraktion des letzteren Pilzes als Trehalose identifiziert werden (Pfyffer, 1976).

3.2. Chytridiomyceten

Da die Phycomyceten im Vergleich zu den höheren Pilzen nur wenig Neutralsubstanzen zu bilden scheinen (vgl. Abb. 3), lag das grosse Problem in der Bereitstellung von genügend Analysenmaterial (vgl. hierzu II.1.1.). In A. arbusculus und B. emersonii stellt der Mannit die Hauptkomponente der Polyolfraktion dar; sein Anteil am TG betrug beim ersten Organismus 0,27%, beim zweiten 0,19%. Beide synthetisieren ausserdem Glycerin, und in A. arbusculus konnte ferner eine Spur von Threitol gefunden werden (vgl. Abb. 6c).

Abb. 6: Gaschromatogramm (Temperaturprogramm 1: vgl. II.4.3.) der acetylierten wasserlöslichen Neutralfraktion von Vertretern verschiedener Pilzklassen.

- (a) A. radiosa (Oomyceten)
- (b) Z. moelleri (Zygomyceten)
- (c) A. arbusculus (Chytridiomyceten)
- (d) E. parasitica (Ascomyceten)
- (e) C. friesii (Basidiomyceten)
- (f) P. oxalicum (Deuteromyceten)

Die Gipfel entsprechen den Acetylderivaten von G, Glycerin; E, Erythrit; R, Ribit; A, Arabit; M, Mannit

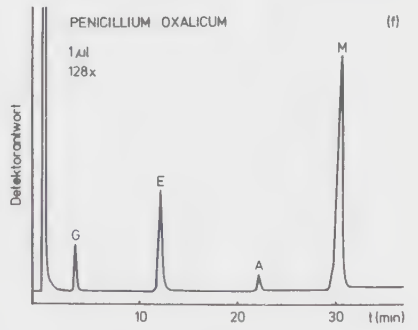
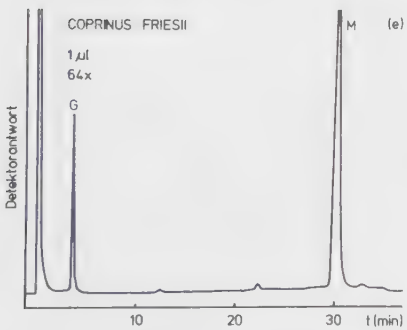
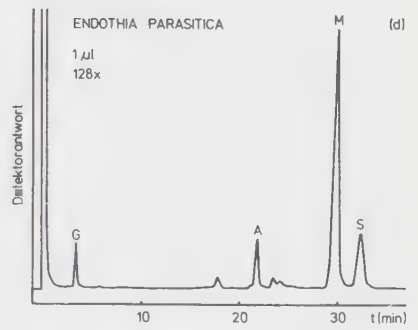
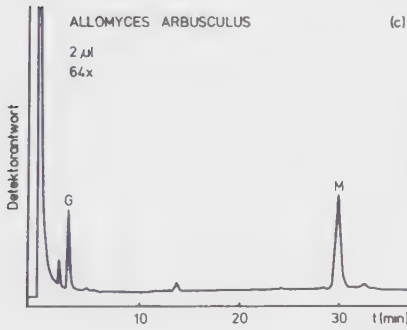
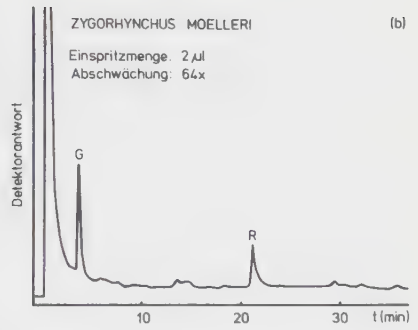
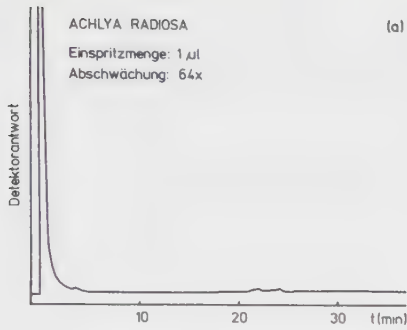


Abb. 6a-6f

Tab. 13: Polyolmuster und -gehalt der mycelialen Neutralfraktion von Vertretern verschiedener Pilzklassen.
G, Glycerin; E, Erythrit; T, Threitol; R, Ribit; A, Arabit; M, Mannit; S, Sorbit.

Spezies ¹⁾	Polyole ²⁾						Polyol- fraktion ²⁾	Neutral- fraktion ²⁾
	G	E	T	R	A	M		
PHYCOMYCOTINA								
Oomycetes								
<u>A. radiosa</u>							0	1,57
<u>P. cinnamomi</u>							0	1,67
Zygomycetes								
<u>A. elegans</u>	0,02 ³⁾						0,02	6,51
<u>M. rammaniana</u>	0,03						0,03	3,12
<u>M. miehei</u>	0,02 ³⁾				0,26		0,26	6,08
<u>M. rouxii</u>	0,08					0,07 ⁵⁾	0,15	1,94
<u>P. blakesleanus</u>	0,03 ⁴⁾						0,03	0,76
<u>R. stolonifer</u>	0,28						0,28	4,34
<u>Z. moelleri</u>	0,38			0,43			0,81	7,20
Chytridiomycetes								
<u>A. arbusculus</u>	0,07						0,34	3,36
<u>B. emersonii</u>	0,02 ³⁾⁴⁾						0,19	2,30

Tab. 13: (Fortsetzung)

Spezies ¹⁾	Polyole ²⁾						Polyol- fraktion ²⁾	Neutral- fraktion ²⁾
	G	E	T	R	A	M		
ASCOMYCOTINA								
<u>A. stercorarius</u>						0,03 ³⁾		
<u>B. nivea</u>	0,53	0,26 ⁵⁾			0,19 ⁵⁾	1,17	1,96	4,78
<u>C. elatum</u>			0,12 ⁵⁾			1,19	1,57	9,19
<u>C. miyabeanus</u>	0,02 ³⁾⁴⁾					5,42	5,42	10,14
<u>E. parasitica</u>	1,66				3,00 ⁵⁾	14,10	20,62	25,51
<u>G. fujikuroi</u>	0,79				0,15 ⁵⁾	3,46	4,51	4,90
<u>M. ruber</u>	0,29	0,33				2,35	2,97	4,24
DEUTEROMYCOTINA								
<u>A. tenuissima</u>					2,71	10,75	13,46	24,60
<u>D. salina</u>	0,02				0,11 ⁵⁾	0,64	0,77	2,34
<u>P. brefeldianum</u>		0,42				5,24	5,66	5,75
<u>P. italicum</u>	1,17	2,12			1,18	3,91	8,38	9,88
<u>P. oxalicum</u>	1,30	2,93			1,60	9,55	15,38	21,80
<u>P. oryzae</u>					0,02 ³⁾⁵⁾	0,02 ³⁾	0,02	6,49
<u>R. solani</u>	0,42				0,84	1,98	3,24	11,26
<u>V. fungicola</u>		0,76				7,23	7,99	14,38
<u>V. intertextum</u>	1,03				1,86	2,79	5,54	17,31

Tab. 13: (Schluss)

Spezies ¹⁾	Polyole ²⁾							Polyol- fraktion ²⁾	Neutral- fraktion ²⁾
	G	E	T	R	A	M	S		
BASIDIOMYCOTINA									
<u>A. bisporus</u>						3,70		3,70	11,46
<u>C. friesii</u>	0,33					1,18		1,51	3,87
<u>P. ostreatus</u>	0,73	1,01 ⁵⁾				3,70	2,37 ⁴⁾	7,81	22,73

1) Für vollständige Gattungs- und Stammbezeichnungen s. Tab. 12

2) Werte in % des TG

3) Werte durch manuelle Integration der Peakfläche erhalten

4) Polyol mittels DC nicht festgestellt

5) Polyol mittels PE nicht festgestellt

3.3. Zygomyceten

Wie aus Abb. 6b hervorgeht, scheinen Vertreter dieser Pilzklasse generell Glycerin zu bilden, ein Resultat, welches mit früheren Untersuchungen (an M. mucedo und R. oligosporus: Pfyffer, 1976) in Einklang steht. Bemerkenswert ist das Auftreten von Ribit in M. miehei und Z. moelleri, in welchen der Pentit die Hauptkomponente der Polyolfraction darstellt. Mittels GC zeigte sich, dass auch M. rammaniana und A. elegans Ribit synthetisieren (vgl. hierzu IV.2.). In M. rouxii wurde Arabit und (sehr wenig) Threit gefunden.

3.4. Ascomyceten

Fruchtkörper von Ascomyceten sowie Hefen sind bereits verschiedentlich Gegenstand von Polyolanalysen gewesen, nicht jedoch das Mycelium von Euascomyceten (vgl. Tab. 14). Das Polyolmuster von A. stercorarius, B. nivea, C. elatum, C. miyabeanus, E. parasitica (vgl. Abb. 6d),

Tab. 14: Polyolmuster des Myceliums von Euascomyceten (Literaturübersicht). G, Glycerin; E, Erythrit; T, Threit; A, Arabit; R, Ribit; X, Xylit; M, Mannit; D, Dulcit; S, Sorbit.

Spezies		identifi- zierte Polyole	Autoren
<i>Byssochlamys fulva</i>		M	Raistrick & Smith, 1933
<i>Chaetomium globosum</i>		M	Adomako et al., 1971
<i>Chaetomium globosum</i>	G	M	Pfyffer, 1976
<i>Claviceps nigricans</i>		A M	Cooke & Mitchell, 1969
<i>Claviceps purpurea</i>	G E T	A X M D	Vining & Taber, 1964
<i>Claviceps purpurea</i>		A M	Cooke & Mitchell, 1969
<i>Claviceps purpurea</i>	G E T	A M	Corbett et al., 1975
<i>Neurospora sitophila</i>		M	Yamada et al., 1959
<i>Sclerotinia cureyana</i>		A M	Cooke & Mitchell, 1969
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	G	A M	Le Tourneau, 1966
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		R A X M D S	Wang & Le Tourneau, 1971

G. fujikuroi und M. ruber ist durch das Auftreten von Mannit als der Hauptkomponente charakterisiert. Auffallend ist die im Vergleich zu den Chytridiomyceten meist allgemein hohe Konzentration dieses Hexits, welche z.B. in der phytopathogenen Art E. parasitica 14% des mycelialen Trockengewichts ausmacht. Häufig auftretende Polyole sind ferner Glycerin und Arabit (0,3%-1,7% resp. 0,15%-3,0% des TG). Erythrit konnte in B. nivea und M. ruber, Threitol in C. elatum und Sorbit in E. parasitica gefunden werden (vgl. auch Tab. 13).

2.5. Deuteromyceten

Im Vergleich zu den Ascomyceten sind sowohl die Mycelien als auch die Konidien von Vertretern der Fungi Imperfecti wesentlich eingehender untersucht worden (vgl. Tab. 15).

Bei den Deuteromyceten werden - sowohl was die TG/Neutralfraktion-Relation (vgl. Abb. 3) als auch das Polyolmuster betrifft - ähnliche Verhältnisse wie bei den Ascomyceten vorgefunden: Mannit stellt in allen Fällen die dominante Komponente der Polyolfraktion dar. Die Konzentration des Hexits erreicht in A. tenuissima den höchsten hier beobachteten Wert, nämlich ca. 11% des TG. Daneben treten Glycerin (0,02%-1,3%) in D. salina, P. italicum, P. oxalicum (vgl. Abb. 6f), R. solani sowie in V. intertextum und Arabit (0,1%-2,7% des TG) in A. tenuissima, D. salina, P. italicum, P. oxalicum, P. oryzae, R. solani sowie in V. intertextum auf. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den Ascomyceten fällt das gehäufte Vorkommen von Erythrit auf, das für die Polyolmuster der Penicillien und Verticillien charakteristisch zu sein scheint (gaschromatographisch auch in V. intertextum nachgewiesen).

Tab. 15: Polyolmuster der Mycelien von Deuteromyceten (Literaturübersicht).
Für Abkürzungen vgl. Tab. 14.

Spezies		identifi- zierte Polyole	Autoren
<i>Aspergillus candidus</i>		M	Smiley et al., 1967
<i>Aspergillus candidus</i>		M	Strandberg, 1969
<i>Aspergillus clavatus</i>	G E R	M	Corina & Munday, 1971
<i>Aspergillus clavatus</i>	G E	A M	Holligan & Lewis, 1973
<i>Aspergillus elegans</i>		M	Birkinshaw et al., 1931
<i>Aspergillus elegans</i>		M	Grégoire, 1949
<i>Aspergillus fischeri</i>		M	Pruess et al., 1933
<i>Aspergillus glaucus</i>		M	Yamasaki & Sinomura, 1937
<i>Aspergillus nidulans</i>		M	Birkinshaw et al., 1931
<i>Aspergillus niger</i>		M	Obaton, 1932
<i>Aspergillus niger</i>		M	Yuill, 1948
<i>Aspergillus niger</i>	G E	A M	Barker et al., 1958
<i>Aspergillus niger</i>		M	Yamada et al., 1959
<i>Aspergillus niger</i>		A M	Lahoz et al., 1971
<i>Aspergillus oryzae</i>		M	Yamada et al., 1959
<i>Aspergillus terreus</i>	E		Stodola, 1946
<i>Aspergillus terreus</i>		M	Lahoz, 1967
<i>Aspergillus versicolor</i>		M	Hatsuda & Kuyama, 1956
<i>Aspergillus wentii</i>	G	M	Birkinshaw & Raistrick, 1931
<i>Botrytis cinerea</i>		A M	Lahoz et al., 1971
<i>Botrytis cinerea</i>	G	A M	Pfyffer, 1976
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>		A M	Lahoz et al., 1971
<i>Dendryphiella salina</i>		A M	Allaway & Jennings, 1970
<i>Dendryphiella salina</i>	G	A M	Holligan & Jennings, 1972
<i>Dendryphiella salina</i>		A M	Lowe & Jennings, 1975
<i>Diplodia viticola</i>		A M	Strobel & Kosuge, 1965
<i>Geotrichum candidum</i>		M	Chang & Li, 1964
<i>Geotrichum candidum</i>		M	Steele, 1972
<i>Helminthosporium geniculatum</i>	G	M	Birkinshaw & Raistrick, 1931
<i>Penicillium brevi-compactum</i>	E		Oxford & Raistrick, 1935
<i>Penicillium chrysogenum</i>		M	Birkinshaw & Raistrick, 1931

Tab. 15: (Schluss)

Spezies	identifi- zierte Polyole	Autoren
<i>Penicillium cyclopium</i>	E	Oxford & Raistrick, 1935
<i>Penicillium griseofulvum</i>	A M	Lahoz et al., 1967
<i>Penicillium herquei</i>	E	Galarraga et al., 1955
<i>Penicillium notatum</i>	M	Boonsaeng et al., 1976
<i>Phymatotrichum omnivorum</i>	M S	Ergle, 1948
<i>Pyrenochaeta terrestris</i>	G E A M S	Wright & Le Tourneau, 1965
<i>Pyricularia oryzae</i>	M	Yamada et al., 1959
<i>Verticillium albo-atrum</i>	G E A M	Le Tourneau, 1974
<i>Verticillium dahliae</i>	G E A M	Le Tourneau, 1974

2.6. Basidiomyceten

Weitaus die meisten Angaben über das Vorkommen von Zuckeralkoholen in Pilzen betreffen die Basidiomyceten (vgl. VI.). Dennoch ist bei Verallgemeinerungen besondere Vorsicht geboten, da die Untersuchungen - in überwiegendem Mass an Fruchtkörpern vorgenommen - zumeist alten Datums und infolgedessen für heutige Begriffe meistens mit analytisch unzulänglichen Verfahren ausgeführt worden sind (vgl. Einleitung). Da Mannit bis zu 40% des TG ausmachen kann, wie Rast (1965) an Sporokarpen von A. bisporus zeigte, ist, von wenigen Fällen abgesehen, jeweils mit den wenig empfindlichen Methoden nur der Hexit, die Hauptkomponente, erfasst worden. Mycelien hingegen untersuchte man selten (vgl. Tab. 16).

Die hier analysierten vegetativen Hyphen von Basidiomyceten (vgl. Tab. 13) unterscheiden sich bezüglich ihres Polyolgehaltes nicht von jenen der Asco- und Deuteromyceten: nebst dem stets dominierenden Mannit konnte Glycerin in A. bisporus (vgl. Abb. 9a) - hier allerdings nur in Spuren -, in C. friesii (vgl. Abb. 6e) sowie in P. ostreatus (vgl. Tab. 13) gefunden werden. In diesen beiden treten zusätzlich Erythrit und Sorbit auf, wobei der Anteil des letzteren fast jenem von Mannit entspricht. Geringe Mengen von Erythrit wies auch das Champignonmycelium auf.

Tab. 16: Polyolmuster des Myceliums von Basidiomyceten (Literatur-
übersicht). Für Abkürzungen vgl. Tab. 14.

Spezies	identifi- zierte Polyole	Autoren
<i>Agaricus bisporus</i>	M	Griffin et al., 1970
<i>Agaricus bisporus</i>	A X M	Dütsch, 1971
<i>Agaricus bisporus</i>	A X M S	Stäuble, 1972
<i>Agaricus bisporus</i>	M	Hammond & Nichols, 1976
<i>Armillariella mellea</i>	T	Birkinshaw et al., 1948
<i>Flammulina velutipes</i>	A M	Kitamoto & Gruen, 1976
<i>Melampsora lini</i>	G E A M	Mitchell & Shaw, 1968
<i>Puccinia graminis tritici</i>	E R A X M S	Maclean & Scott, 1976
<i>Ustilago nuda</i>	E M	Gaunt & Manners, 1973

V. KONSTANZ DES POLYOLMUSTERS

1. Beeinflussung des Polyolmusters vegetativer Zellen durch die C-Quelle des Mediums

Neben Kohlenwasserstoffen (Tabuchi und Hara, 1973; Hattori und Suzuki, 1974) und organischen Säuren (Barker et al., 1958; Boonsaeng et al., 1976) stellen meistens Kohlenhydrate (Berry, 1975) - oft freie Zucker, seltener Polyole - die Lieferanten des C-Gerüsts von Zuckeralkoholen dar. Der Einfluss der Kohlenstoffquelle auf die Art der synthetisierten Aldite ist bei zahlreichen Candida-Arten (vgl. Onishi und Suzuki, 1966; 1968; 1970), nicht jedoch bei filamentösen Pilzen, eingehend untersucht worden. Was die letzteren betrifft, weiss man, dass verschiedene Aspergilli und Penicillia sowohl bei Wachstum auf Monosen oder Saccharose als auch auf Hexiten Mannit bilden (Obaton, 1932; Ballio et al., 1964; Strandberg, 1969; Boonsaeng et al., 1976). Ein unabhängig von der Kohlenhydratquelle konstantes Vorkommen von Mannit tritt auch bei C. purpurea (Vining und Taber, 1964), P. terrestris (Wright und Le Tourneau, 1965) und D. salina (Holligan und Jennings, 1972) auf. Zusätzliche Aldite werden ferner in S. sclerotiorum bei Wachstum auf den korrespondierenden Monosen synthetisiert (vgl. Wang und Le Tourneau, 1971). Diesbezügliche quantitative Daten liegen über C. purpurea und D. salina (Vining und Taber, 1964; Holligan und Jennings, 1972) vor; Mannose oder Mannit als Wachstumssubstrat ruft bei beiden Organismen eine deutliche Steigerung der Polyolbildung hervor. Diese Stimulation scheint sich jedoch spezifisch auf die Synthese von Mannit zu beziehen, da die in D. salina simultan erfolgende Akkumulation von Arabit hiervon nicht betroffen wird.

Um über den Einfluss der C-Quelle des Mediums auf das Polyolmuster Aufschluss zu erhalten, kultivierte man Vertreter einzelner Pilzklassen auf Nährlösungen verschiedener Kohlenhydratzusammensetzung. Diese enthielten jeweils die konstante Menge von 12,6 g C/L Medium (vgl. Wright und Le Tourneau, 1965); die Analyse der einzelnen Neutralfraktionen erfolgte mittels GC (vgl. II.4.3.).

1.1. Penicillium italicum

Unabhängig von der Art der dargebotenen Kohlenhydrate synthetisiert dieser Organismus substantielle Mengen von Glycerin, Erythrit, Arabit und Mannit. Spuren von Threit waren feststellbar nach Wachstum des Pilzes auf Glucose, Galaktose oder Sorbose, von Dulcit bzw. Sorbit nach Kultivierung auf Galaktose bzw. Galaktose oder Sorbose. Diente Arabinose als Substrat, trat eine äusserst geringe Menge von Ribit auf. Ein Vergleich der Zusammensetzung der einzelnen Alditfraktionen lässt den Schluss zu, dass das Polyolmuster dieser Art durch Variation des C-Angebotes im Medium in qualitativer Hinsicht nicht beeinflusst wird (vgl. Abb. 7a-7i). Nach Wachstum auf Mannit weist der Testorganismus die weitaus grösste Zuckeralkoholfraction mit dem höchsten Hexitanteil auf, dies, obschon die Menge gebildeter Trockensubstanz im Vergleich zu jener bei Wachstum auf anderen C-Quellen eher niedrig ist. Der hohe Mannitgehalt repräsentiert wahrscheinlich nicht uneingeschränkt eine Syntheseleistung: zum grossen Teil dürfte der Hexit durch aktive Aufnahme (vgl. Klöppel und Höfer, 1976) aus dem Medium

Tab. 17: Beeinflussung des Polyolmusters von P. italicum durch die Kohlenhydratquelle des Mediums. G, Glycerin; E, Erythrit; A, Arabit; M, Mannit; *, Spur.

C-Quelle	Mycel- trocken- gewicht (mg TG)	Neutral- fraktion (% TG)	Polyole (% TG)				Polyolgehalt total (% TG)
			G	E	A	M	
Saccharose	1829,5	9,0	1,0	2,0	1,0	4,4	8,4
Glucose	1709,5	9,9	1,2	2,1	1,2	3,9	8,4
Fructose	1346,1	16,5	1,6	3,6	2,3	7,3	14,7
Mannose	1306,4	12,6	1,3	2,4	1,6	4,9	10,2
Galaktose	1584,1	14,0	1,0	2,2	2,2	3,8	9,1
Sorbose	1250,3	12,5	1,0	3,2	2,1	6,0	12,3
Arabinose	1425,5	15,5	0,9	2,7	3,2	4,4	12,3
Ribose	488,4	12,5	*	2,0	1,1	6,7	10,1
Mannit	945,7	24,5	1,6	3,9	2,8	13,2	21,5

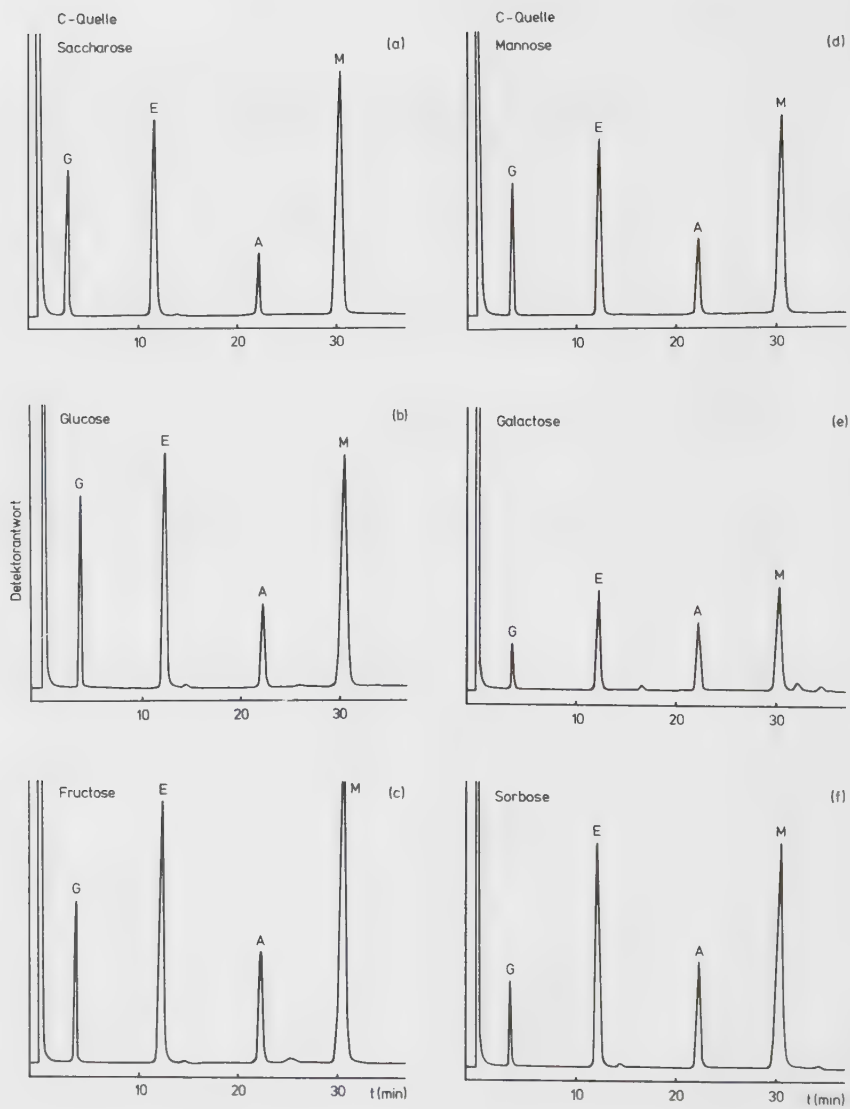


Abb. 7a - 7f

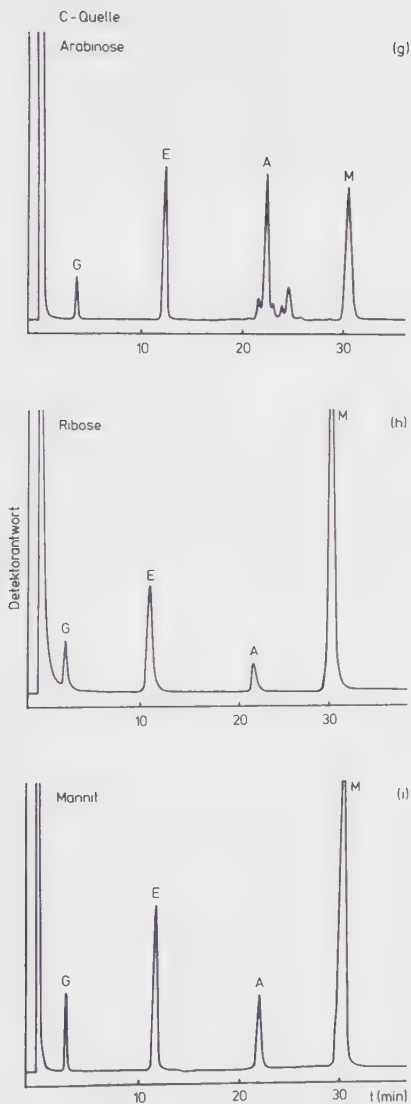


Abb. 7: Gaschromatogramm (Temperaturprogramm 1: vgl. II.4.3.) der acetylierten Neutralfraktion von *P. italicum* nach Wachstum auf verschiedenen C-Quellen:

- (a) Saccharose
- (b) Glucose
- (c) Fructose
- (d) Mannose
- (e) Galaktose
- (f) Sorbose
- (g) Arabinose
- (h) Ribose
- (i) Mannit

G, Glycerin; E, Erythrit;
A, Arabit; M, Mannit

in den Organismus gelangt sein. Ribosekulturen zeigten kleinste Gewichte, sowohl was die Trockensubstanz als auch die Polyolfraktion betrifft (vgl. Tab. 17). Auffallend ist, dass Ribose die Bildung von Mannit spezifisch begünstigt: der Anteil des Hexits an der Gesamtpolyolfraktion beträgt mehr als 65% gegenüber ca. 35-50% auf den andern C-Quellen.

1.2. Agaricus bisporus

Unabhängig von der C-Quelle des Mediums stellt Mannit in sämtlichen Fällen die Hauptkomponente der Polyolfraktion dar; daneben treten stets auch Spuren von Glycerin, Erythrit und Arabit auf (vgl. Tab. 18 sowie Abb. 9a). Es zeigt sich auch hier (wie bei P. italicum, s. oben), dass das Polyolmuster in qualitativer Hinsicht durch die Art des gefütterten Kohlenhydrats nicht beeinflusst wird. Wie schon bei A. bisporus früher beobachtet (Dütsch, 1971; Dütsch und Rast, 1972a) und hier auch für P. italicum festgestellt (s. oben), bildet Fructose für die Mannitbildung den besten Präkursor. Erwartungsgemäss erlaubt der Hexit als C-Quelle nur sehr geringes Wachstum (vgl. hierzu Lendenmann, 1978).

Tab. 18: Beeinflussung des Polyolmusters von A. bisporus durch die Kohlenhydratquelle des Mediums. G, Glycerin, E, Erythrit; A, Arabit; M, Mannit; *, Spur.

C-Quelle	Myceltrockengewicht (mg TG)	Neutralfraktion (% TG)	Polyole (% TG)				Polyolgehalt total (% TG)
			G	E	A	M	
Saccharose	418,3	26,1	*	*	*	1,7	1,7
Glucose	2115,6	12,5	*	*	*	1,7	1,7
Fructose	2379,7	11,5	*	*	*	3,7	3,7
Mannose	1696,5	12,6	*	*	*	2,2	2,2
Mannit	121,4	6,1	*	*	*	0,7	0,7

1.3. Zygorhynchus moelleri

Z. moelleri bildet auf allen getesteten Medien Glycerin und Ribit (vgl. auch Tab. 13 und Abb. 6b). Nach Wachstum auf Fructose und Mannose tritt der Pentit allerdings nur in Spuren auf. Bei Kultivation des Organismus auf Ribose wird eine erhöhte Ribitsynthese beobachtet (vgl. Tab. 19).

Tab. 19: Beeinflussung des Polyolmusters von Z. moelleri durch die Kohlenhydratquelle des Mediums. G, Glycerin; R, Ribit; *, Spur.

C-Quelle	Mycel- trocken- gewicht (mg TG)	Neutral- fraktion (% TG)	Polyole (% TG)		Polyolgehalt total (% TG)
			G	R	
Glucose	804,3	7,2	0,4	0,4	0,8
Fructose	722,6	4,9	0,1	*	0,1
Mannose	746,6	11,0	0,4	*	0,4
Ribose	699,6	10,6	*	0,6	0,6

1.4. Mucor rouxii

Nach Kultivierung des Pilzes auf Glucose enthält die Neutralfraktion Glycerin und Arabit (vgl. Tab. 13) sowie Spuren von Threit und Mannit. Interessant ist die Beobachtung, dass Ribose für diese Spezies ein besseres Wachstumssubstrat als Glucose darstellt (vgl. Tab. 20). Besonders bemerkenswert aber ist der Effekt der Pentose auf das Polyolmuster: sie bewirkt sowohl eine Induktion der Ribit- als auch eine enorme Stimulation der Mannitsynthese (vgl. Abb. 8a, 8b).

Tab. 20: Beeinflussung des Polyolmusters von M. rouxii durch die Kohlenhydratquelle des Mediums. G, Glycerin; R, Ribit; A, Arabit; M, Mannit; *, Spur.

C-Quelle	Myceltro- kengewicht (mg TG)	Neutral- fraktion (% TG)	Polyole (% TG)				Polyolgehalt total (% TG)
			G	R	A	M	
Glucose	754,6	1,9	0,1	-	0,1	*	0,2
Ribose	2256,0	1,6	0,1	0,2	-	0,4	0,7

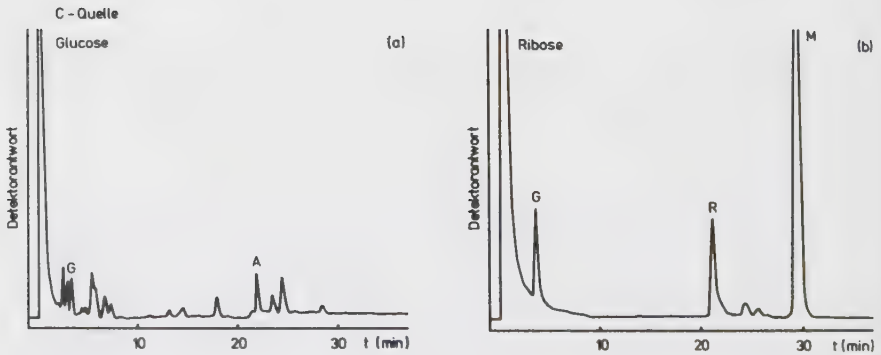


Abb. 8: Gaschromatogramm (Temperaturprogramm 1: vgl. II.4.3.) der acetylierten Neutralfraktion von M. rouxii nach Wachstum auf (a) Glucose, (b) Ribose als C-Quelle. G, Glycerin; R, Ribit; A, Arabit; M, Mannit

2. Zusammensetzung des Polyolmusters in Abhängigkeit vom Entwicklungs- zustand eines Pilzes

Eine Gegenüberstellung des Polyolmusters verschiedener Erscheinungsformen höherer Pilze ist gegenwärtig noch kaum möglich, da neben der Alditfraktion des Fruchtkörpers nur von wenigen Spezies auch diejenige von Mycel und Sporen untersucht worden ist. Auch erlauben die diesbezüglichen, spärlichen Resultate oft keinen direkten Vergleich, da die Analysen meistens unter Anwendung verschieden empfindlicher Verfahren erfolgten (vgl. hierzu auch Einleitung).

Der Vergleich der an Mycel, Fruchtkörper und Sporen von A. bisporus durchgeführten Polyoluntersuchungen zeigt, dass Mannit stets die dominante Komponente der Neutralfraktion darstellt (vgl. Abb. 9a-9c), Glycerin, Erythrit und Arabit hingegen nur in den Sporen und vegetativen Hyphen - und zwar lediglich in Spuren - auftreten. Ähnliches gilt für P. ostreatus: während der Sporokarp lediglich Mannit enthält (Pfyffer, 1976), weist das Mycel zusätzlich geringe Mengen von Glycerin, Erythrit und Sorbit auf (vgl. Tab. 13).

Wohl sind bis heute eine Reihe von Organismen auf den Polyolgehalt ihrer Sporen untersucht worden (vgl. Tab. 21); von wenigen Fällen abgesehen, fehlen jedoch Angaben über das Auftreten von Zuckeralkoholen in den zugehörigen andern Entwicklungsstadien.

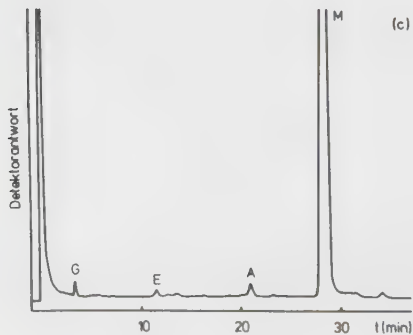
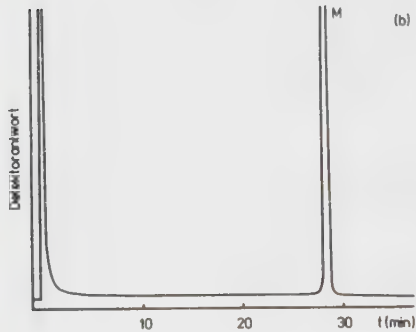
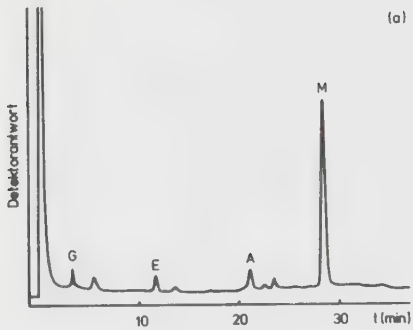


Abb. 9: Polyolmuster und Entwicklungs-
zustand eines
Pilzes: Fall A. bisporus.
Gaschromatogramm (Tem-
peraturprogramm 1: vgl.
II.4.3.) der acetylier-
ten Neutralfraktion von

(a) Mycelium

(b) Fruchtkörper

(c) Sporen

G, Glycerin; E, Erythrit;
A, Arabit; M, Mannit

Tab. 21: Polyolmuster von Sporen (Literaturübersicht). G, Glycerin; E, Erythrit; R, Ribit; A, Arabit; M, Mannit.

Spezies	identifi- zierte Polyole	Autoren
<i>Agaricus bisporus</i>	M	Rast, 1965
<i>Aspergillus candidus</i>	M	Nelson et al., 1971
<i>Aspergillus oryzae</i>	M	Sumi, 1928
<i>Aspergillus oryzae</i>	M	Horikoshi et al., 1965
<i>Erysiphe graminis</i>	A M	Edwards & Allen, 1966
<i>Fusarium solani</i>	M	Cochrane et al., 1963
<i>Geotrichum candidum</i>	G E R M	Steele, 1972
<i>Myrothecium verrucaria</i>	M	Mandels et al., 1965
<i>Neurospora crassa</i>	M	Sussman & Lingappa, 1959
<i>Neurospora sitophila</i>	M	Wain & Wilkinson, 1946
<i>Penicillium chrysogenum</i>	G E A M	Ballio et al., 1964
<i>Puccinia coronata</i>	M	Tani & Naito, 1960
<i>Puccinia graminis tritici</i>	A	Prentice & Cuendet, 1954
<i>Puccinia graminis tritici</i>	G A M	Prentice et al., 1959
<i>Puccinia graminis tritici</i>	G E A M	Reisener et al., 1962
<i>Puccinia graminis tritici</i>	G A M	Wynn et al., 1966
<i>Puccinia graminis tritici</i>	G R A M	Daly et al., 1967
<i>Puccinia graminis tritici</i>	G A M	Burger et al., 1972
<i>Puccinia graminis tritici</i>	E R A M	Maclean & Scott, 1976
<i>Schizophyllum commune</i>	A M	Niederpruem & Hunt, 1967
<i>Schizophyllum commune</i>	A M	Aitken & Niederpruem, 1970
<i>Schizophyllum commune</i>	A M	Speth & Niederpruem, 1976
<i>Ustilago maydis</i>	G E M	Zellner, 1910

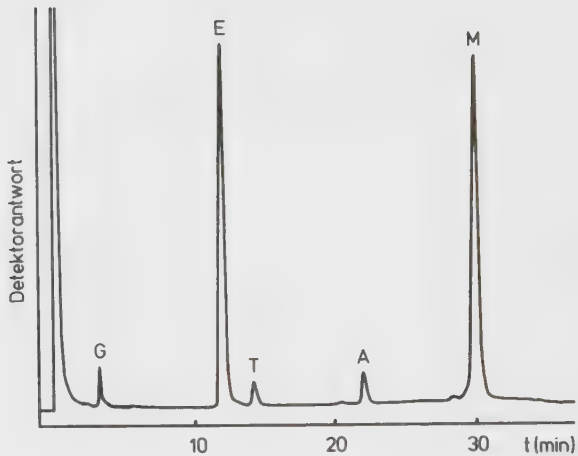


Abb. 10: Gaschromatogramm (Temperaturprogramm 1: vgl. II.4.3.) der acetylierten Neutralfraktion aus Sporen von U. maydis.
G, Glycerin; E, Erythrit; T, Threit; A, Arabit; M, Mannit

Wie Abb. 10 zeigt, enthalten Sporen von U. maydis zusätzlich zu Glycerin, Erythrit und Mannit (Zellner, 1910) auch Threit und Arabit.

VI. TAXONOMISCHE AUSWERTUNG DER RESULTATE DER EIGENEN STUDIEN UND DER ANGABEN AUS DER LITERATUR MITTELS EDV

Zum Polyolvorkommen in Pilzen existieren bis heute weit über 500 Literaturangaben, welche ca. 360 Spezies betreffen. Da angesichts dieser Fülle an Informationen eine Uebersicht nicht mehr gewährleistet ist und sich infolgedessen eine chemosystematische Auswertung der Daten sehr umständlich gestalten würde, erfolgte die Katalogisierung der Informationen mittels EDV (Tab. 22-27). Dabei wurden Berichte über das Alditvorkommen in Pilzen nur dann berücksichtigt, falls diese in Reinkultur gezogen worden waren, da eine Induktion polyolsynthetisierender Enzyme im Wirt unter dem Einfluss parasitärer Eumycoten durchaus denkbar ist, zumal ja auch die grünen Pflanzen zur Zuckeralkoholbildung befähigt sind, vermögen doch viele Arten der Angiospermen Mannit (Lewis und Smith, 1967a; Stacey, 1973), einzelne (gewisse Celastraceen) Dulcit und andere (Rosaceen) Sorbit zu bilden (Plouvier, 1963).

Da viele Berichte über das Vorkommen von Zuckeralkoholen - meistens Asco- und Basidiomyceten betreffend - älteren Datums sind (vgl. Zellner, 1907; Inagaki, 1934; Frèrejacque, 1939; Bonnet, 1959), mussten vereinzelte Gattungs- und Artbezeichnungen durch die heute gültigen systematischen Namen ersetzt werden. Hierzu konsultierte man für einige wenige Agaricales (Boletus pruinatus, Lepiota friesii, Omphalia scyphoides) Ricken (1969), für die Ordnungen der Pezizales, Aphyllophorales, Hymenogastreales und Lycoperdales Rinaldi und Tindalo (1974), für Hefen Kreger-van Rij (1973) und für sämtliche andere Arten Moser (1963; 1978). Zur Erstellung der Tab. 27 wurden die höheren Pilze nach Ainsworth (1971) und die Phycomyceten nach Gäumann (1964) unter alphabetischer Anordnung der Arten innerhalb der einzelnen Klassen aufgelistet.

Die taxonomischen Gruppen bildete man nach folgenden Kriterien: (1) Fehlen von Polyolen, (2) Vorkommen von Polyolen, (3) Vorkommen von Mannit und evtl. anderen Polyolen, (4) Vorkommen von Polyolen, jedoch keine Erwähnung von Mannit, (5) Vorkommen seltener Polyole. Für die Vertreter der so gebildeten Taxa vgl. Tab. 22-26.

Es fällt auf, dass alle Vertreter der entsprechend Kriterium (1) ausgeschiedenen Gruppe mit dem Merkmal P_0 (= keine Polyole vorhanden) nach klassischen Gesichtspunkten den Oomyceten zugeordnet sind (Tab. 22),

während alle Arten der Gruppe der Aldite synthetisierenden Organismen (Tab. 23) Zygo-, Chytridio-, Asco-, Deutero- oder Basidiomyceten sind. Durch Tab. 24 und 25 wird diese aufgeschlüsselt: in das Taxon mit den Spezies des Merkmals P_1 (kein Mannit vorhanden oder dann nicht die Hauptkomponente darstellend) und in dasjenige der Arten des Merkmals P_2 (Mannit als Hauptkomponente der Polyolfraktion): vgl. hierzu die Tabellen 24 und 25. Da 93% der bisher analysierten höheren Pilze Mannit aufweisen, liegt die Annahme nahe, dass der Hexit auch in den in Tab. 24 aufgeführten Vertretern dieser Gruppe als dominanter Zuckeralkohol auftritt und ein tatsächliches Fehlen von Mannit (Merkmal P_1) so nur bei den übrigen in dieser Tabelle aufgelisteten Arten, nämlich den Zygomyceten, wahrscheinlich ist. Die Gruppe der seltenen Polyalkohole enthaltenden Spezies (Tab. 26) ist bezüglich ihrer klassisch-systematischen Stellung erwartungsgemäss heterogen, sind doch rare Stoffe als chemotaxonomische Merkmale - ganz besonders auf dem Niveau höherer hierarchischer Stufen, wie z.B. Klassen - ungeeignet (vgl. Herout, 1973).

Da oft mehrere Einzeluntersuchungen über das Vorkommen von Zuckeralkoholen dieselbe Art betreffen, stellte sich zum Alditvorkommen die Frage nach deren Gesamtpolyolmuster. Tab. 27 stellt eine Integration aller Daten über das Auftreten von Polyolen in sämtlichen bisher analysierten Spezies dar. Dabei wird klar, wie intensiv bis anhin die höheren Pilze untersucht worden sind: 94% aller Organismen gehören dieser Gruppe an, nämlich 20% den Asco-, 18% den Deutero- und 56% den Basidiomyceten. Die Phycomyceten zeigen eine auffällige Heterogenität des Polyolmusters: während in Oomyceten keine Zuckeralkohole gefunden wurden, zeichnen sich die Zygomyceten durch ein fast lückenloses Auftreten von Glycerin und das im Vergleich zu den Vertretern anderer Klassen gehäufte Vorkommen von Ribit aus. Andere Zuckeralkohole scheinen dagegen zu fehlen. Das Vorhandensein von Mannit in *C. immitis* und *M. rouxii* stellt nur einen vermeintlichen Widerspruch zu dieser Aussage dar (vgl. hierzu Diskussion). Bemerkenswert ist das uniforme Auftreten von Mannit in den Chytridio-, Asco-, Deutero- und Basidiomyceten. Die Ascomyceten zeichnen sich i. allg. durch ein äusserst vielfältiges Polyolspektrum aus, enthält dieses doch oft mehrere der folgenden Komponenten: Glycerin, Erythrit, Threitol, Ribit, Arabitol, Mannitol, Dulcitol und Sorbit. Ein Gleiches gilt für die Imperfekten. Das Polyolmuster der Homobasidiomyceten ist hingegen einfach; dem relativ seltenen Auftreten mehrerer Zuckeralkohole in einem Organismus - meistens sind es zusätzlich zum Mannitol Glycerin und Arabitol,

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-
FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES

LITERATUR

ACTINOMYCET ELEGANS	PFFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
AGARICUS ARVENSIS	ZELLNER 1907*
AGARICUS BISPORUS	QUILLET & LEGRAND 1952
AGARICUS BISPORUS	RAST 1965
AGARICUS BISPORUS	DUETSCH & RAST 1969
AGARICUS BISPORUS	GRIFFIN ET AL. 1970
AGARICUS BISPORUS	DUETSCH 1971
AGARICUS BISPORUS	DUETSCH & RAST 1972
AGARICUS BISPORUS	STAEUBLE 1972
AGARICUS BISPORUS	HAMMOND & NICHOLS 1976
AGARICUS BISPORUS	PFFYFFER 1976
AGARICUS BISPORUS	PFFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
AGARICUS CAMPESTER	ZELLNER 1907*
AGARICUS CAMPESTER	FREREJACQUE 1939
AGARICUS CAMPESTER	MC CONNELL & ESSELEN 1947
AGARICUS CAMPESTER	EDMUNDOWICZ & WRISTON 1963
AGARICUS CAMPESTER	KRATZL & SILBERNAGEL 1963
AGARICUS SILVICOLA	ZELLNER 1907*
AGARICUS SILVICOLA	FREREJACQUE 1939
AGARICUS XANTHODERMA	FREREJACQUE 1939
AGROCYBE PRAECOX	FREREJACQUE 1939
ALEURIA PUSTULATA	ZELLNER 1907*
ALLYMYCES ARBUSCULUS	PFFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
ALTERNARIA TENUISSIMA	PFFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
AMANITA ASPERA	ZELLNER 1907*
AMANITA CAESAREA	ZELLNER 1907*
AMANITA CAESAREA	BONNET 1959
AMANITA CITRINA	FREREJACQUE 1939
AMANITA CITRINA	BONNET 1959
AMANITA MUSCARIA	ZELLNER 1907*
AMANITA MUSCARIA	FREREJACQUE 1939
AMANITA MUSCARIA	BONNET 1959
AMANITA PANTHERINA	ZELLNER 1907*
AMANITA PANTHERINA	BONNET 1959
AMANITA PHALLOIDES	ZELLNER 1907*
AMANITA PHALLOIDES	FREREJACQUE 1939
AMANITA PHALLOIDES	BONNET 1959
AMANITA PORPHYRIA	BONNET 1959
AMANITA RUBESCENS	ZELLNER 1907*
AMANITA RUBESCENS	BONNET 1959
AMANITA VAGINATA	ZELLNER 1907*
AMANITA VAGINATA	BONNET 1959
AMANITA VITTADINI	FREREJACQUE 1939
ARMILLARIELLA MELLEA	ZELLNER 1907*
ARMILLARIELLA MELLEA	INAGAKI 1934
ARMILLARIELLA MELLEA	FREREJACQUE 1939
ARMILLARIELLA MELLEA	BIRKINSHAW ET AL. 1948
ARMILLARIELLA MELLEA	BONNET 1959
ARMILLARIELLA MELLEA	PFFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
ARMILLARIELLA TABESCENS	ZELLNER 1907*
ASCOBOLUS STERCORARIUS	PFFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES

LITERATUR

ASCOCORYNE SARCOIDES	HOLLIGAN & DREW 1971
ASPERGILLUS CANDIDUS	SMILEY ET AL. 1967
ASPERGILLUS CANDIDUS	STRANDBERG 1969
ASPERGILLUS CANDIDUS	NELSON ET AL. 1971
ASPERGILLUS CLAVATUS	CORINA & MUNDAY 1971
ASPERGILLUS CLAVATUS	HOLLIGAN & LEWIS 1973
ASPERGILLUS ELEGANS	BIRKINSHAW ET AL. 1931
ASPERGILLUS ELEGANS	GREGOIRE 1949
ASPERGILLUS FISCHERI	PRUESS ET AL. 1933
ASPERGILLUS GLAUCUS	YAMASAKI & SINOMURA 1937
ASPERGILLUS NIDULANS	BIRKINSHAW ET AL. 1931
ASPERGILLUS NIGER	OBATON 1932
ASPERGILLUS NIGER	FREREJACQUE 1939
ASPERGILLUS NIGER	YUILL 1948
ASPERGILLUS NIGER	BARKER ET AL. 1958
ASPERGILLUS NIGER	YAMADA ET AL. 1959
ASPERGILLUS NIGER	LAHOZ ET AL. 1971
ASPERGILLUS ORYZAE	SUMI 1928
ASPERGILLUS ORYZAE	YAMADA ET AL. 1959
ASPERGILLUS ORYZAE	HORIKOSHI & IKEDA 1965
ASPERGILLUS TERREUS	STODOLA 1946
ASPERGILLUS TERREUS	LAHOZ 1967
ASPERGILLUS VERSICOLOR	HATSUDA & KUYAMA 1956
ASPERGILLUS WENTII	BIRKINSHAW & RAISTRICK 1931
BLASTOCLADIELLA EMERSONII	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
BOLETUS AEREUS	BONNET 1959
BOLETUS APPENDICULATUS	ZELLNER 1907*
BOLETUS CALOPUS	ZELLNER 1907*
BOLETUS EDULIS	ZELLNER 1907*
BOLETUS EDULIS	INAGAKI 1934
BOLETUS EDULIS	BONNET 1959
BOLETUS EDULIS	RAST 1965
BOLETUS ERYTHROPUS	ZELLNER 1907*
BOLETUS ERYTHROPUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
BOLETUS LURIDUS	ZELLNER 1907*
BOLETUS LURIDUS	INAGAKI 1932
BOLETUS LURIDUS	BONNET 1959
BOLETUS PRUINATUS	ZELLNER 1907*
BOLETUS SATANAS	BONNET 1959
BOTRYTIS CINEREA	LAHOZ ET AL. 1971
BOTRYTIS CINEREA	PFYFFER 1976
BULGARIA INQUINANS	ZELLNER 1907*
BULGARIA INQUINANS	FREREJACQUE 1939
BYSSOCHLAMYS FULVA	RAISTRICK & SMITH 1933
BYSSOCHLAMYS NIVEA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
CALODON FERRUGINEUM	ZELLNER 1907*
CAMAROPHYLLUS VIRGINEUS	ZELLNER 1907*
CANDIDA ALBICANS	ONISHI & SUZUKI 1968
CANDIDA ARBOREA	ONISHI & SUZUKI 1966
CANDIDA BOREA	ONISHI & SUZUKI 1968
CANDIDA GUILLERMONDII	ONISHI & SUZUKI 1968

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
CANDIDA GUILLERMONDII	ONISHI & SUZUKI 1969
CANDIDA GUILLERMONDII	SUZUKI & ONISHI 1970
CANDIDA LIPOLYTICA	TABUCHI & HARA 1973
CANDIDA POLYMORPHA	ONISHI 1960
CANDIDA POLYMORPHA	ONISHI & SUZUKI 1966
CANDIDA POLYMORPHA	ONISHI & SUZUKI 1968
CANDIDA POLYMORPHA	ONISHI & SUZUKI 1970
CANDIDA POLYMORPHA	SUZUKI & ONISHI 1970
CANDIDA TROPICALIS	ONISHI 1960
CANDIDA TROPICALIS	ONISHI & SUZUKI 1968
CANDIDA UTILIS	HORITSU ET AL. 1968
CANDIDA UTILIS	ONISHI & SUZUKI 1968
CANDIDA UTILIS	PFYFFER 1976
CANDIDA ZEYLANOIDES	HATTORI & SUZUKI 1975
CANTHARELLUS CIBARIUS	ZELLNER 1907*
CANTHARELLUS CIBARIUS	RAST 1965
CANTHARELLUS TUBAEFORMIS	ZELLNER 1907*
CHAETOMIUM ELATUM	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
CHAETOMIUM GLOBOSUM	ADOMAKO ET AL. 1971
CHAETOMIUM GLOBOSUM	PFYFFER 1976
CHROCGOMPHUS RUTILUS	FREREJACQUE 1939
CIRCINELLA MUCOROIDES	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA MUSCAE	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA RIGIDA	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA SIMPLEX	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA UMBELLATA	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CLAVARIA AUREA	FREREJACQUE 1939
CLAVARIA CORNICULATA	HOLLIGAN & DREW 1971
CLAVARIA FLAVA	ZELLNER 1907*
CLAVARIA FORMOSA	ZELLNER 1907 *
CLAVARIA PISTILLARIS	ZELLNER 1907*
CLAVICEPS CURREYANA	COOKE & MITCHELL 1969
CLAVICEPS NIGRICANS	COOKE & MITCHELL 1969
CLAVICEPS PURPUREA	ZELLNER 1907*
CLAVICEPS PURPUREA	VINING & TABER 1964
CLAVICEPS PURPUREA	COOKE & MITCHELL 1969
CLAVICEPS PURPUREA	CORBETT ET AL. 1975
CLITOCYBE GEOTROPA	ZELLNER 1907*
CLITOCYBE GIBBA	FREREJACQUE 1939
CLITOCYBE NEBULARIS	ZELLNER 1907 *
CLITOCYBE NEBULARIS	FREREJACQUE 1939
CLITOCYBE NEBULARIS	BONNET 1959
COCCIDIODES IMMITIS	LONES & PEACOCK 1964
COCHLIOBOLUS MYIABEANUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES	LAHOZ ET AL. 1971
COLLYBIA BRESADOLAE	FREREJACQUE 1939
COLLYBIA BUTYRACEA	ZELLNER 1907*
COLLYBIA CONFLUENS	ZELLNER 1907*
COLLYBIA DRYOPHILA	ZELLNER 1907*
COLLYBIA FUSIPES	ZELLNER 1907*
COLLYBIA FUSIPES	FREREJACQUE 1939

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
COLLYBIA MACULATA	ZELLNER 1907*
COPRINUS ATRAMENTARIUS	ZELLNER 1907*
COPRINUS ATRAMENTARIUS	BONNET 1959
COPRINUS ATRAMENTARIUS	PFYFFER 1976
COPRINUS COMATUS	FREREJACQUE 1939
COPRINUS COMATUS	BONNET 1959
COPRINUS FRIESII	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
COPRINUS MICACEUS	FREREJACQUE 1939
COPRINUS MICACEUS	BONNET 1959
CORIOLUS VERSICOLOR	BONNET 1959
CORTINARIUS ALBOVIOLACEUS	BONNET 1959
CORTINARIUS BIVELUS	ZELLNER 1907*
CORTINARIUS BOLARIS	BONNET 1959
CORTINARIUS BRUNNEUS	ZELLNER 1907*
CORTINARIUS BULLIARDI	FREREJACQUE 1939
CORTINARIUS COLLINITUS	ZELLNER 1907*
CORTINARIUS COLLINITUS	BONNET 1959
CORTINARIUS ELATIOR	ZELLNER 1907*
CORTINARIUS FULMINEUS	BONNET 1959
CORTINARIUS INFRACTUS	ZELLNER 1907*
CORTINARIUS LARGUS	BONNET 1959
CORTINARIUS PRAESTANS	FREREJACQUE 1939
CORTINARIUS TORVUS	BONNET 1959
CORTINARIUS VIOLACEUS	FREREJACQUE 1939
CORTINARIUS VIOLACEUS	BONNET 1959
CRYPTOCOCCUS LAURENTII	ONISHI & SUZUKI 1968
CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS	ONISHI & SUZUKI 1968
DEBARYOMYCES HANSENII	ONISHI & SUZUKI 1968
DEBARYOMYCES HANSENII	ONISHI & SUZUKI 1969
DEBARYOMYCES MEMBRANAEFACIENS	ONISHI & SUZUKI 1968
DEBARYOMYCES MISO	ONISHI & SUZUKI 1968
DEBARYOMYCES SAKE	ONISHI 1960
DEBARYOMYCES SAKE	ONISHI & SUZUKI 1968
DEBARYOMYCES SAKE	SUZUKI & ONISHI 1968
DENDRYPHIELLA SALINA	ALLAWAY & JENNINGS 1970
DENDRYPHIELLA SALINA	HOLLIGAN & JENNINGS 1972
DENDRYPHIELLA SALINA	LOWE & JENNINGS 1975
DENDRYPHIELLA SALINA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
DIPLODIA VITICOLA	STROBEL & KOSUGE 1965
ELAPHOMYCES ASPERULUS	ZELLNER 1907*
ELAPHOMYCES GRANULATUS	ZELLNER 1907*
ELAPHOMYCES LEVEILLII	ZELLNER 1907*
ELAPHOMYCES MURICATUS	ZELLNER 1907*
ENDOTHIA PARASITICA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
ENTOLOMA CLYPEATUM	BONNET 1959
ENTOLOMA NIDOROSUM	ZELLNER 1907*
ENTOLOMA SINUATUM	ZELLNER 1907*
ENTOLOMA SINUATUM	BONNET 1959
ERYSIPHE GRAMINIS	EDWARDS & ALLEN 1966
FISTULINA HEPATICA	FREREJACQUE 1939
FISTULINA HEPATICA	BONNET 1959

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
FLAMMULINA VELUTIPES	KITAMOTC & GRUEN 1976
FUSARIUM SOLANI	COCHRANE ET AL. 1963
GEASTER RUFESCENS	ZELLNER 1907*
GELASINOSPORA CEREALIS	PFYFFER 1976
GEOTRICHUM CANDIDUM	CHANG & LI 1964
GEOTRICHUM CANDIDUM	STEELE 1972
GIBBERELLA FUJIKURUI	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
GYMNOPIUS SPECTABILIS	FREREJACQUE 1939
GYROPORUS CYANESCENS	ZELLNER 1907*
HANSENULA ANOMALA	ONISHI 1960
HANSENULA ANOMALA	ONISHI & SUZUKI 1968
HANSENULA MISO	ONISHI & SUZUKI 1968
HANSENULA SUAVEOLENS	SUZUKI & ONISHI 1970
HANSENULA SUBPELLICULOSA	ONISHI & SUZUKI 1968
HEBELOMA RADICOSUM	ZELLNER 1907*
HELMINTHOSPORIUM GENICULATUM	BIRKINSHAW & RAISTRICK 1931
HELVELLA ESCULENTA	ZELLNER 1907*
HERICIUM CORALLOIDES	ZELLNER 1907*
HERICIUM ERINACEUS	FREREJACQUE 1939
HOHENBUEHLIA PETALOIDES	FREREJACQUE 1939
HYDNUM IMBRICATUM	PFYFFER 1976
HYDNUM REPANDUM	ZELLNER 1907*
HYDNUM REPANDUM	FREREJACQUE 1939
HYDNUM REPANDUM	BONNET 1959
HYDNUM REPANDUM	RAST 1965
HYDNUM REPANDUM	PFYFFER 1976
HYDNUM SQUAMOSUM	ZELLNER 1907*
HYGROPHOROPSIS AURANTIACA	BONNET 1959
HYGROPHORUS AGATHOSMUS	ZELLNER 1907*
HYGROPHORUS COSSUS	ZELLNER 1907*
HYGROPHORUS HYPOTHEIUS	ZELLNER 1907*
HYGROPHORUS NEMOREUS	FREREJACQUE 1939
HYGROPHORUS OLIVACEOALBUS	ZELLNER 1907*
HYPHOLOMA FASCICULARE	ZELLNER 1907*
HYPHOLOMA FASCICULARE	FREREJACQUE 1939
HYPHOLOMA SUBLATERITIUM	ZELLNER 1907*
HYPHOLOMA SUBLATERITIUM	INAGAKI 1934
HYPHOLOMA SUBLATERITIUM	BONNET 1959
LACCARIA LACCATA	BONNET 1959
LACTARIUS BLENNIUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS BLENNIUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS BLENNIUS	BONNET 1959
LACTARIUS CHRYSORRHEUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS CHRYSORRHEUS	BONNET 1959
LACTARIUS CONTROVERSUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS CONTROVERSUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS DELICIOSUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS DELICIOSUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS DELICIOSUS	BONNET 1959
LACTARIUS DELICIOSUS	RAST 1965
LACTARIUS MUSTEUS	BONNET 1959

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
LACTARIUS NECATOR	ZELLNER 1907*
LACTARIUS NECATOR	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS NECATOR	BONNET 1959
LACTARIUS PALLIDUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS PALLIDUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS PIPERATUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS PIPERATUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS PUBESCENS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS PYROGALUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS PYROGALUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS QUIETUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS RUFUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS RUFUS	BONNET 1959
LACTARIUS SUBDULCIS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS TORMINOSUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS TORMINOSUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS TORMINOSUS	BONNET 1959
LACTARIUS UVIDUS	BONNET 1959
LACTARIUS VELLEREUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS VELLEREUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS VELLEREUS	BONNET 1959
LACTARIUS VIETUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS VIOLASCENS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS VOLEMUS	BOURQUELOT 1889
LACTARIUS VOLEMUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS ZONARIUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS ZONARIUS	FREREJACQUE 1939
LARICIFOMES OFFICINALIS	ZELLNER 1907*
LARICIFOMES OFFICINALIS	INAGAKI 1934
LECCINUM AURANTIACUM	ZELLNER 1907*
LECCINUM AURANTIACUM	FREREJACQUE 1939
LECCINUM SCABRUM	ZELLNER 1907*
LECCINUM SCABRUM	BONNET 1959
LENTINELLUS COCHLEATUS	ZELLNER 1907*
LENTINELLUS COCHLEATUS	FREREJACQUE 1939
LENZITES FLACCIDA	BONNET 1959
LENZITES SAEPIARIA	PFYFFER 1976
LEPIOTA CLYPEOLARIA	FREREJACQUE 1939
LEPIOTA CRISTATA	FREREJACQUE 1939
LEPIOTA FRIESII	ZELLNER 1907*
LEPISTA NUDA	INAGAKI 1934
LEPISTA NUDA	BONNET 1959
LYCOPERDON GEMMATUM	PFYFFER 1976
LYCOPERDON PUSILLUM	ZELLNER 1907*
LYCOPERDON PYRIFORME	FREREJACQUE 1939
MACROLEPIOTA EXCORIATA	ZELLNER 1907*
MACROLEPIOTA PROCERA	ZELLNER 1907*
MACROLEPIOTA RHACODES	FREREJACQUE 1939
MARASMUS HARIOLOPORUM	FREREJACQUE 1939
MELAMPSORA LINI	MITCHELL & SHAW 1968
MONASCUS RUBER	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
MONILIA SITOPHILA	ONISHI & SUZUKI 1968
MONILIA VINI	ONISHI & SUZUKI 1968
MONILIELLA TOMETOSA	HAJNY ET AL. 1964
MORCHELLA CONICA	ZELLNER 1907*
MORCHELLA ESCULENTA	ZELLNER 1907*
MORCHELLA SEMILIBERA	ZELLNER 1907*
MORTIERELLA RAMMANIANA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
MUCOR MIEHEI	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
MUCOR MUCEDO	PFYFFER 1976
MUCOR ROUXII	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
MYCENA GALERICULATA	HOLLIGAN & DREW 1971
MYCENA PELTANTHINA	ZELLNER 1907*
MYROTHECIUM VERRUCARIA	MANDELS ET AL. 1965
NEUROSPORA CRASSA	SUSSMAN & LINGAPPA 1959
NEUROSPORA SITOPHILA	WAIN & WILKINSON 1946
NEUROSPORA SITOPHILA	YAMADA ET AL. 1959
OMPHALIA SCYPHOIDES	ZELLNER 1907*
OMPHALOTUS OLEARIUS	FREREJACQUE 1939
OUDEMANSIELLA PLATYPHYLLA	BONNET 1959
PANELLUS STYPTICUS	ZELLNER 1907*
PANUS CONCHATUS	ZELLNER 1907*
PAXILLUS ATROTOMENTOSUS	ZELLNER 1907*
PAXILLUS ATROTOMENTOSUS	FREREJACQUE 1939
PAXILLUS INVOLUTUS	ZELLNER 1907*
PAXILLUS INVOLUTUS	FREREJACQUE 1939
PAXINA ACETABULUM	ZELLNER 1907*
PAXINA ACETABULUM	FREREJACQUE 1939
PENICILLIUM BREFELDIANUM	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PENICILLIUM BREVI-COMPACTUM	OXFORD & RAISTRICK 1935
PENICILLIUM CHRYSOGENUM	BIRKINSHAW & RAISTRICK 1931
PENICILLIUM CHRYSOGENUM	BALLIO ET AL. 1964
PENICILLIUM CYCLOPIUM	OXFORD & RAISTRICK 1935
PENICILLIUM GRISEOFULVUM	LAHOZ ET AL. 1971
PENICILLIUM HERQUEI	GALARRAGA ET AL. 1955
PENICILLIUM ITALICUM	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PENICILLIUM NOTATUM	BOONSAENG ET AL. 1976
PENICILLIUM OXALICUM	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PEZIZA BADIA	ZELLNER 1907*
PEZIZA BADIO-CONFUSA	FREREJACQUE 1939
PEZIZA NIGRELLA	ZELLNER 1907*
PEZIZA ONOTICA	ZELLNER 1907*
PEZIZA VENOSA	ZELLNER 1907*
PHALLUS IMPUDICUS	ZELLNER 1907*
PHELLINUS IGNIARIUS	DOMINGUEZ ET AL. 1972
PHELLINUS POMACEUS	BONNET 1959
PHELLINUS ROBUSTUS	BONNET 1959
PHOLIOTA AURIVELLA	FREREJACQUE 1939
PHOLIOTA LUBRICA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PHOLIOTINA BLATTARIA	ZELLNER 1907*
PHYCOMYCES BLAKESLEANUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PHYLLOTOPSIS NIDULANS	FREREJACQUE 1939

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
PHYMATOTRICHUM OMNIVORUM	ERGLE 1948
PICHIA FARINOSA	ONISHI 1960
PICHIA FARINOSA	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA MANDSCHURICA	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA MEMBRANAEFACIENS	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA MISO	ONISHI 1960
PICHIA MISO	ONISHI & PERRY 1965
PICHIA MISO	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA MISO	SUZUKI & ONISHI 1968
PICHIA POLYMORPHA	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA QUERCIBUS	SUZUKI & ONISHI 1967
PICHIA QUERCIBUS	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA QUERCIBUS	SUZUKI & ONISHI 1970
PIPTOPORUS BETULINUS	FREREJACQUE 1939
PLEUROTUS CORNUCOPIAE	FREREJACQUE 1939
PLEUROTUS DRYINUS	ZELLNER 1907*
PLEUROTUS ERYNGII	ZELLNER 1907*
PLEUROTUS OSTREATUS	INAGAKI 1934
PLEUROTUS OSTREATUS	FREREJACQUE 1939
PLEUROTUS OSTREATUS	PFYFFER 1976
PLEUROTUS OSTREATUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PLUTEUS ATRICAPILLUS	FREREJACQUE 1939
POLYPORUS FRONDOSUS	FREREJACQUE 1939
POLYPORUS SPUMEUS	FREREJACQUE 1939
POLYPORUS SQUAMOSUS	ZELLNER 1907*
POLYPORUS SQUAMOSUS	FREREJACQUE 1939
POLYPORUS UMBELLATUS	FREREJACQUE 1939
PSATHYRELLA HYDROPHILA	BONNET 1959
PUCCINIA CORONATA	TANI & NAITO 1960
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	PRENTICE & CUENDET 1954
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	PRENTICE ET AL. 1959
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	REISENER ET AL. 1962
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	WYNN ET AL. 1966
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	DALY ET AL. 1967
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	BURGER ET AL. 1972
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	MACLEAN & SCOTT 1976
PYRENOCHAETA TERRESTRIS	WRIGHT & LE TOURNEAU 1965
PYRICULARIA ORYZAE	YAMADA ET AL. 1959
PYRICULARIA ORYZAE	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
RHIZOCTONIA SOLANI	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
RHIZOPOGON LUTEOLUS	ZELLNER 1907*
RHIZOPUS OLIGOSPORUS	PFYFFER 1976
RHIZOPUS STOLONIFER	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
RHODOPAXILLUS NUDUS	ZELLNER 1907*
RHODOPAXILLUS NUDUS	FREREJACQUE 1939
RHODOTORULA GRAMINIS	DEINEMA & LANDHEER 1960
RUSSULA ADUSTA	ZELLNER 1907*
RUSSULA ALBONIGRA	BONNET 1959
RUSSULA BRUNNEO-VIOLACEA	BONNET 1959
RUSSULA COERULEA	BONNET 1959
RUSSULA CYANOXANTHA	ZELLNER 1907*

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
RUSSULA CYANOXANTHA	BONNET 1959
RUSSULA DELICA	ZELLNER 1907*
RUSSULA DELICA	FREREJACQUE 1939
RUSSULA FELLEA	ZELLNER 1907*
RUSSULA FELLEA	BONNET 1959
RUSSULA FOETENS	ZELLNER 1907*
RUSSULA FOETENS	BONNET 1959
RUSSULA FRAGILIS	BONNET 1959
RUSSULA INTEGRA	ZELLNER 1907*
RUSSULA INTEGRA	BONNET 1959
RUSSULA NIGRICANS	ZELLNER 1907*
RUSSULA NIGRICANS	FREREJACQUE 1939
RUSSULA OCHROLEUCA	ZELLNER 1907*
RUSSULA OCHROLEUCA	BONNET 1959
RUSSULA OCHROLEUCA	HOLLIGAN & DREW 1971
RUSSULA QUELETII	ZELLNER 1907*
RUSSULA ROSACEA	ZELLNER 1907*
RUSSULA ROSACEA	BONNET 1959
RUSSULA SANGUINEA	FREREJACQUE 1939
RUSSULA SARDONIA	FREREJACQUE 1939
RUSSULA SARDONIA	BONNET 1959
RUSSULA TORULOSA	BONNET 1959
RUSSULA VIRESCENS	ZELLNER 1907*
SACCHAROMYCES ACIDIFACIENS	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES ACIDIFACIENS	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES ACIDIFACIENS	SUZUKI & ONISHI 1970
SACCHAROMYCES BARKERI	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES CARLSBERGENSIS	MUELLER 1937
SACCHAROMYCES FERMENTATI	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES FRAGILIS	ONISHI 1960
SACCHAROMYCES FRAGILIS	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES MANDSCHURICUS	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES MELLIS	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES MELLIS	WEIMBERG 1962
SACCHAROMYCES MONACENSIS	ONISHI 1960
SACCHAROMYCES MONACENSIS	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES NADSONII	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES NUSSBAUMERII	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES PARADOXUS	ONISHI 1960
SACCHAROMYCES PARADOXUS	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES PRIORIANUS	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES RICHTERI	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES ROUXII	ONISHI 1960
SACCHAROMYCES ROUXII	BLAKELEY & SPENCER 1962
SACCHAROMYCES ROUXII	INGRAM & WOOD 1965
SACCHAROMYCES ROUXII	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES ROUXII	ONISHI & SUZUKI 1969
SACCHAROMYCES ROUXII	SUZUKI & ONISHI 1970
SACCHAROMYCES ROUXII	BROWN & SIMPSON 1972
SACCHAROMYCES RUGOSUS	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES SAKE	ONISHI 1960

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
SACCHAROMYCES SAKE	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES WYOCENA	PETERSON ET AL. 1958
SARCOSPHAERA EXIMIA	FREREJACQUE 1939
SCHIZOPHYLLUM COMMUNE	NIEDERPRUEM & HUNT 1967
SCHIZOPHYLLUM COMMUNE	AITKEN & NIEDERPRUEM 1970
SCHIZOPHYLLUM COMMUNE	SPETH & NIEDERPRUEM 1976
SCLERODERMA AURANTIUM	ZELLNER 1907*
SCLERODERMA AURANTIUM	FREREJACQUE 1939
SCLERODERMA VERRUCOSUM	ZELLNER 1907*
SCLERODERMA VERRUCOSUM	FREREJACQUE 1939
SCLEROTINIA SCLEROTIORUM	LE TOURNEAU 1966
SCLEROTINIA SCLEROTIORUM	WANG & LE TOURNEAU 1971
SCLEROTINIA TUBEROSUM	ZELLNER 1907*
SUILLUS BOVINUS	ZELLNER 1907*
SUILLUS BOVINUS	LIPPMANN 1912
SUILLUS BOVINUS	INAGAKI 1934
SUILLUS BOVINUS	FREREJACQUE 1943
SUILLUS BOVINUS	BONNET 1959
SUILLUS LUTEUS	ZELLNER 1907*
SUILLUS VARIEGATUS	ZELLNER 1907*
SUILLUS VARIEGATUS	BONNET 1959
SYNCEPHALASTRUM RACEMOSUM	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
TORULA UTILIS	FINK & JUST 1938
TORULOPSIS ANOMALA	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS FAMATA	ONISHI 1960
TORULOPSIS FAMATA	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS FAMATA	SUZUKI & ONISHI 1970
TORULOPSIS HALOPHILA	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS HALOPHILA	SUZUKI & ONISHI 1970
TORULOPSIS MAGNOLIAE	HAJNY ET AL. 1960
TORULOPSIS MANNITOFACIENS	ONISHI & SUZUKI 1970
TORULOPSIS MANNITOFACIENS	SUZUKI & ONISHI 1970
TORULOPSIS NODAENSIS	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS NODAENSIS	SUZUKI & ONISHI 1970
TORULOPSIS SAKE	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS VERSATILIS	ONISHI 1960
TORULOPSIS VERSATILIS	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS VERSATILIS	SUZUKI & ONISHI 1970
TRICHOLOMA ACERBUM	BONNET 1959
TRICHOLOMA ALBUM	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA ALBUM	BONNET 1959
TRICHOLOMA COLUMBETTA	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA COLUMBETTA	BONNET 1959
TRICHOLOMA FLAVOBRUNNEUM	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA FLAVOVIRENS	INAGAKI 1934
TRICHOLOMA PESSUNDATUM	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA RESPLENDENS	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA RUSSULA	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA SULFUREUM	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA SULFUREUM	FREREJACQUE 1939
TRICHOLOMA TERREUM	ZELLNER 1907*

TAB. 23: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
TRICHOLOMA USTALE	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMOPSIS EDODES	INAGAKI 1934
TRICHOLOMOPSIS EDODES	MIKAMO 1974
TRICHOSPORON BEHRENDII	ONISHI & SUZUKI 1968
TRICHOSPORON CUTANEUM	ONISHI & SUZUKI 1968
TRIGONOPSIS VARIABILIS	ONISHI & SUZUKI 1968
TRIGONOPSIS VARIABILIS	ONISHI & SUZUKI 1970
TUBER NIGRUM	ZELLNER 1907*
TYLOPILUS FELLEUS	FREREJACQUE 1939
TYROMYCES PTYCHOGASTER	ZELLNER 1907*
USTILAGO MAYDIS	ZELLNER 1910
USTILAGO MAYDIS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
USTILAGO NUDA	GAUNT & MANNERS 1973
VERTICILLIUM ALBO-ATRUM	LE TOURNEAU 1974
VERTICILLIUM DAHLIAE	LE TOURNEAU 1974
VERTICILLIUM FUNGICOLA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
VERTICILLIUM INTERTEXTUM	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
VOLVARIELLA SPECIOSA	FREREJACQUE 1939
VOLVARIELLA VOLVACEA	ZELLNER 1907*
XEROCOMUS BADIUS	ZELLNER 1907*
XEROCOMUS BADIUS	BONNET 1959
XEROCOMUS BADIUS	PFYFFER 1976
XEROCOMUS CHRYSENTERON	ZELLNER 1907*
XEROCOMUS CHRYSENTERON	BONNET 1959
XEROCOMUS SUBTOMENTOSUS	ZELLNER 1907*
XYLARIA POLYMORPHA	ZELLNER 1907*
ZYGORHYNCHUS MOELLERI	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)

TAB. 24: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-
FRAKTION DAS VORKOMMEN VON POLYOLEN - JEDOCH OHNE
ERWAEHNUNG VON MANNIT - BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
ACTINOMUCOR ELEGANS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
CANDIDA ARBOREA	ONISHI & SUZUKI 1966
CIRCINELLA MUCOROIDES	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA MUSCAE	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA RIGIDA	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA SIMPLEX	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA UMBELLATA	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
HANSENULA SUAVEOLENS	SUZUKI & ONISHI 1970
LYCOPERDON GEMMATUM	PFYFFER 1976
MONILIELLA TOMENTOSA	HAJNY ET AL. 1964
MORTIERELLA RAMMANIANA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
MUCOR MIEHEI	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
MUCOR MUCEDO	PFYFFER 1976
PENICILLIUM BREVI-COMPACTUM	OXFORD & RAISTRICK 1935
PENICILLIUM CYCLOPIUM	OXFORD & RAISTRICK 1935
PENICILLIUM HERQUEI	GALARRAGA ET AL. 1955
PHYCOMYCES BLAKESLEANUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
RHIZOPUS OLIGOSPORUS	PFYFFER 1976
RHIZOPUS STOLONIFER	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
RHODOTORULA GRAMINIS	DEINEMA & LANDHEER 1960
SACCHAROMYCES BARKERI	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES FERMENTATI	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES MANDSCHURICUS	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES MELLIS	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES MELLIS	WEIMBERG 1962
SACCHAROMYCES NADSONII	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES NUSSBAUMERII	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES PRIORIANUS	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES RICHTERI	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES RUGOSUS	PETERSON ET AL. 1958
SACCHAROMYCES WYOCENA	PETERSON ET AL. 1958
SYNCEPHALASTRUM RACEMOSUM	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
TORULA UTILIS	FINK & JUST 1938
TORULOPSIS MAGNOLIAE	HAJNY ET AL. 1960
ZYGORHYNCHUS MOELLERI	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)

TAB. 25: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON MANNIT UND EVTL. ANDEREN POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES

LITERATUR

AGARICUS ARVENSIS	ZELLNER 1907*
AGARICUS BISPORUS	QUILLET & LEGRAND 1952
AGARICUS BISPORUS	RAST 1965
AGARICUS BISPORUS	DUETSCH & RAST 1969
AGARICUS BISPORUS	GRIFFIN ET AL. 1970
AGARICUS BISPORUS	DUETSCH 1971
AGARICUS BISPORUS	DUETSCH & RAST 1972
AGARICUS BISPORUS	STAEUBLE 1972
AGARICUS BISPORUS	HAMMEND & NICHOLS 1976
AGARICUS BISPORUS	PFYFFER 1976
AGARICUS BISPORUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
AGARICUS CAMPESTER	ZELLNER 1907*
AGARICUS CAMPESTER	FREREJACQUE 1939
AGARICUS CAMPESTER	MC CANNELL & ESSELEN 1947
AGARICUS CAMPESTER	EDMUNDOWICZ & WRISTON 1963
AGARICUS CAMPESTER	KRATZL & SILBERNAGEL 1963
AGARICUS SILVICOLA	ZELLNER 1907*
AGARICUS SILVICOLA	FREREJACQUE 1939
AGARICUS XANTHODERMA	FREREJACQUE 1939
AGROCYBE PRAECOX	FREREJACQUE 1939
ALEURIA PUSTULATA	ZELLNER 1907*
ALLOMYCES ARBUSCULUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
ALTERNARIA TENUISSIMA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
AMANITA ASPERA	ZELLNER 1907*
AMANITA CAESAREA	ZELLNER 1907*
AMANITA CAESAREA	BONNET 1959
AMANITA CITRINA	FREREJACQUE 1939
AMANITA CITRINA	BONNET 1959
AMANITA MUSCARIA	ZELLNER 1907*
AMANITA MUSCARIA	FREREJACQUE 1939
AMANITA MUSCARIA	BONNET 1959
AMANITA PANTHERINA	ZELLNER 1907*
AMANITA PANTHERINA	BONNET 1959
AMANITA PHALLOIDES	ZELLNER 1907*
AMANITA PHALLOIDES	FREREJACQUE 1939
AMANITA PHALLOIDES	BONNET 1959
AMANITA PORPHYRIA	BONNET 1959
AMANITA RUBESCENS	ZELLNER 1907*
AMANITA RUBESCENS	BONNET 1959
AMANITA VAGINATA	ZELLNER 1907*
AMANITA VAGINATA	BONNET 1959
AMANITA VITTADINI	FREREJACQUE 1939
ARMILLARIELLA MELLEA	ZELLNER 1907*
ARMILLARIELLA MELLEA	INAGAKI 1934
ARMILLARIELLA MELLEA	FREREJACQUE 1939
ARMILLARIELLA MELLEA	BONNET 1959
ARMILLARIELLA MELLEA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
ARMILLARIELLA TABESCENS	ZELLNER 1907*
ASCOBOLUS STERCORIUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
ASCOCORYNE SARCOIDES	HOLLIGAN & DREW 1971

TAB. 25: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-
FRAKTION DAS VORKOMMEN VON MANNIT UND EVTL. ANDEREN
POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES

LITERATUR

ASPERGILLUS CANDIDUS	SMILEY ET AL. 1967
ASPERGILLUS CANDIDUS	STRANDBERG 1969
ASPERGILLUS CANDIDUS	NELSON ET AL. 1971
ASPERGILLUS CLAVATUS	CORINA & MUNDAY 1971
ASPERGILLUS CLAVATUS	HOLLIGAN & LEWIS 1973
ASPERGILLUS ELEGANS	BIRKINSHAW ET AL. 1931
ASPERGILLUS ELEGANS	GREGOIRE 1949
ASPERGILLUS FISCHERI	PRUESS ET AL. 1933
ASPERGILLUS GLAUCUS	YAMASAKI & SINOMURA 1937
ASPERGILLUS NIDULANS	BIRKINSHAW ET AL. 1931
ASPERGILLUS NIGER	OBATCH 1932
ASPERGILLUS NIGER	FREREJACQUE 1939
ASPERGILLUS NIGER	BARKER ET AL. 1958
ASPERGILLUS NIGER	YAMADA ET AL. 1959
ASPERGILLUS NIGER	LAHOZ ET AL. 1971
ASPERGILLUS ORYZAE	SUMI 1928
ASPERGILLUS ORYZAE	YAMADA ET AL. 1959
ASPERGILLUS ORYZAE	HORTIKOSHI & IKEDA 1965
ASPERGILLUS TERREUS	LAHOZ 1967
ASPERGILLUS VERSICOLOR	HATSUDA & KUYAMA 1956
ASPERGILLUS WENTII	BIRKINSHAW & RAISTRICK 1931
BLASTOCLADIELLA EMERSONII	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
BOLETUS AEREUS	BONNET 1959
BOLETUS APPENDICULATUS	ZELLNER 1907*
BOLETUS CALOPUS	ZELLNER 1907*
BOLETUS EDULIS	ZELLNER 1907*
BOLETUS EDULIS	INAGAKI 1934
BOLETUS EDULIS	BONNET 1959
BOLETUS EDULIS	RAST 1965
BOLETUS ERYTHROPUS	ZELLNER 1907*
BOLETUS ERYTHROPUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
BOLETUS LURIDUS	ZELLNER 1907*
BOLETUS LURIDUS	INAGAKI 1932
BOLETUS LURIDUS	BONNET 1959
BOLETUS PRUINATUS	ZELLNER 1907*
BOLETUS SATANAS	BONNET 1959
BOTRYTIS CINEREA	LAHOZ ET AL. 1971
BOTRYTIS CINEREA	PFYFFER 1976
BULGARIA INQUINANS	ZELLNER 1907*
BULGARIA INQUINANS	FREREJACQUE 1939
BYSSOCHLAMYS FULVA	RAISTRICK & SMITH 1933
BYSSOCHLAMYS NIVEA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
CALODON FERRUGINEUM	ZELLNER 1907*
CAMAROPHYLLUS VIRGINEUS	ZELLNER 1907*
CANDIDA ALBICANS	ONISHI & SUZUKI 1968
CANDIDA BOREA	ONISHI & SUZUKI 1968
CANDIDA GUILLERMONDII	ONISHI & SUZUKI 1968
CANDIDA LIPOLYTICA	TABUCHI & HARA 1973
CANDIDA POLYMORPHA	ONISHI & SUZUKI 1968
CANDIDA TROPICALIS	ONISHI & SUZUKI 1968

TAB. 25: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-
FRAKTION DAS VORKOMMEN VON MANNIT UND EVTL. ANDEREN
POLYCYCLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
CANDIDA UTILIS	ONISHI & SUZUKI 1968
CANDIDA UTILIS	PFYFFER 1976
CANDIDA ZEYLANOIDES	HATTORI & SUZUKI 1975
CANTHARELLUS CIBARIUS	ZELLNER 1907*
CANTHARELLUS CIBARIUS	RAST 1965
CANTHARELLUS TUBAEFORMIS	ZELLNER 1907*
CHAETOMIUM ELATUM	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
CHAETOMIUM GLOBOSUM	ADOMAKO ET AL. 1971
CHAETOMIUM GLOBOSUM	PFYFFER 1976
CHROOGOMPHUS RUTILUS	FREREJACQUE 1939
CLAVARIA AUREA	FREREJACQUE 1939
CLAVARIA CORNICULATA	HOLLIGAN & DREW 1971
CLAVARIA FLAVA	ZELLNER 1907*
CLAVARIA FORMOSA	ZELLNER 1907 *
CLAVARIA PISTILLARIS	ZELLNER 1907*
CLAVICEPS CURREYANA	COOKE & MITCHELL 1969
CLAVICEPS NIGRICANS	COOKE & MITCHELL 1969
CLAVICEPS PURPUREA	ZELLNER 1907*
CLAVICEPS PURPUREA	VINING & TABER 1964
CLAVICEPS PURPUREA	COOKE & MITCHELL 1969
CLAVICEPS PURPUREA	CORBETT ET AL. 1975
CLITOCYBE GEOTROPA	ZELLNER 1907*
CLITOCYBE GIBBA	FREREJACQUE 1939
CLITOCYBE NEBULARIS	ZELLNER 1907 *
CLITOCYBE NEBULARIS	FREREJACQUE 1939
CLITOCYBE NEBULARIS	BONNET 1959
COCCIDIODES IMMITIS	LONES & PEACOCK 1964
COCHLIOBOLUS MYIABEANUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES	LAHCZ ET AL. 1971
COLLYBIA BRESADOLAE	FREREJACQUE 1939
COLLYBIA BUTYRACEA	ZELLNER 1907*
COLLYBIA CONFLUENS	ZELLNER 1907*
COLLYBIA DRYOPHILA	ZELLNER 1907*
COLLYBIA FUSIPES	ZELLNER 1907*
COLLYBIA FUSIPES	FREREJACQUE 1939
COLLYBIA MACULATA	ZELLNER 1907*
COPRINUS ATRAMENTARIUS	ZELLNER 1907*
COPRINUS ATRAMENTARIUS	BONNET 1959
COPRINUS ATRAMENTARIUS	PFYFFER 1976
COPRINUS COMATUS	FREREJACQUE 1939
COPRINUS CCMATUS	BONNET 1959
COPRINUS FRIESII	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
COPRINUS MICACEUS	FREREJACQUE 1939
COPRINUS MICACEUS	BONNET 1959
CORTIOLUS VERSICOLOR	BONNET 1959
CORTINARIUS ALBOVIOLACEUS	BONNET 1959
CORTINARIUS BIVELUS	ZELLNER 1907*
CORTINARIUS BOLARIS	BONNET 1959
CORTINARIUS BRUNNEUS	ZELLNER 1907*
CORTINARIUS BULLIARDI	FREREJACQUE 1939

TAB. 25: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-
FRAKTION DAS VORKOMMEN VON MANNIT UND EVTL. ANDEREN
POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
CORTINARIUS COLLINITUS	ZELLNER 1907*
CORTINARIUS COLLINITUS	BONNET 1959
CORTINARIUS ELATIOR	ZELLNER 1907*
CORTINARIUS FULMINEUS	BONNET 1959
CORTINARIUS INFRACTUS	ZELLNER 1907*
CORTINARIUS LARGUS	BONNET 1959
CORTINARIUS PRAESTANS	FREREJACQUE 1939
CORTINARIUS TORVUS	BONNET 1959
CORTINARIUS VIOLACEUS	FREREJACQUE 1939
CORTINARIUS VIOLACEUS	BONNET 1959
CRYPTOCOCCUS LAURENTII	ONISHI & SUZUKI 1968
CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS	ONISHI & SUZUKI 1968
DEBARYOMYCES HANSENI	ONISHI & SUZUKI 1968
DEBARYOMYCES MEMBRANAEFACIENS	ONISHI & SUZUKI 1968
DEBARYOMYCES MISO	ONISHI & SUZUKI 1968
DEBARYOMYCES SAKE	ONISHI & SUZUKI 1968
DENDRYPHIELLA SALINA	ALLAWAY & JENNINGS 1970
DENDRYPHIELLA SALINA	HOLLIGAN & JENNINGS 1972
DENDRYPHIELLA SALINA	LOWE & JENNINGS 1975
DENDRYPHIELLA SALINA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
DIPLODIA VITICOLA	STROBEL & KOSUGE 1965
ELAPHOMYCES ASPERULUS	ZELLNER 1907*
ELAPHOMYCES GRANULATUS	ZELLNER 1907*
ELAPHOMYCES LEVEILLII	ZELLNER 1907*
ELAPHOMYCES MURICATUS	ZELLNER 1907*
ENDOTHIA PARASITICA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
ENTOLOMA CLYPEATUM	BONNET 1959
ENTOLOMA NIDOROSUM	ZELLNER 1907*
ENTOLOMA SINUATUM	ZELLNER 1907*
ENTOLOMA SINUATUM	BONNET 1959
ERYSIPHE GRAMINIS	EDWARDS & ALLEN 1966
FISTULINA HEPATICA	BONNET 1959
FLAMMULINA VELUTIPES	KITAMOTO & GRUEN 1976
FUSARIUM SOLANI	COCHRANE ET AL. 1963
GEASTER RUFESCENS	ZELLNER 1907*
GELASINOSPORA CEREALIS	PFYFFER 1976
GEOTRICHUM CANDIDUM	CHANG & LI 1964
GEOTRICHUM CANDIDUM	STEELE 1972
GIBBERELLA FUJIKUROI	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
GYMNOPILUS SPECTABILIS	FREREJACQUE 1939
GYROPORUS CYANESCENS	ZELLNER 1907*
HANSENULA ANOMALA	ONISHI & SUZUKI 1968
HANSENULA MISO	ONISHI & SUZUKI 1968
HANSENULA SUBPELLICULOSA	ONISHI & SUZUKI 1968
HEBELOMA RADICOSUM	ZELLNER 1907*
HELMINTHOSPORIUM GENICULATUM	BIRKINSHAW & RAISTRICK 1931
HELVELLA ESCULENTA	ZELLNER 1907*
HERICIUM CORALLOIDES	ZELLNER 1907*
HERICIUM ERINACEUS	FREREJACQUE 1939
HOHENBUEHLIA PETALOIDES	FREREJACQUE 1939

TAB. 25: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON MANNIT UND EVTL. ANDEREN POLYGLN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
HYDNUM IMBRICATUM	PFYFFER 1976
HYDNUM REPANDUM	ZELLNER 1907*
HYDNUM REPANDUM	FREREJACQUE 1939
HYDNUM REPANDUM	BONNET 1959
HYDNUM REPANDUM	RAST 1965
HYDNUM REPANDUM	PFYFFER 1976
HYDNUM SQUAMOSUM	ZELLNER 1907*
HYGROPHOROPSIS AURANTIACA	BONNET 1959
HYGROPHORUS AGATHOSMUS	ZELLNER 1907*
HYGROPHORUS COSSUS	ZELLNER 1907*
HYGROPHORUS HYPOTHEIUS	ZELLNER 1907*
HYGROPHORUS NEMOREUS	FREREJACQUE 1939
HYGROPHORUS OLIVACEALBUS	ZELLNER 1907*
HYPHOLOMA FASCICULARE	ZELLNER 1907*
HYPHOLOMA FASCICULARE	FREREJACQUE 1939
HYPHOLOMA SUBLATERITIUM	ZELLNER 1907*
HYPHOLOMA SUBLATERITIUM	INAGAKI 1934
HYPHOLOMA SUBLATERITIUM	BONNET 1959
LACCARIA LACCATA	BONNET 1959
LACTARIUS BLENNIUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS BLENNIUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS BLENNIUS	BONNET 1959
LACTARIUS CHRYSORRHEUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS CHRYSORRHEUS	BONNET 1959
LACTARIUS CONTROVERSUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS CONTROVERSUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS DELICIOSUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS DELICIOSUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS DELICIOSUS	BONNET 1959
LACTARIUS DELICIOSUS	RAST 1965
LACTARIUS MUSTEUS	BONNET 1959
LACTARIUS NEGATOR	ZELLNER 1907*
LACTARIUS NEGATOR	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS NEGATOR	BONNET 1959
LACTARIUS PALLIDUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS PALLIDUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS PIPERATUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS PIPERATUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS PUBESCENS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS PYROGALUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS PYROGALUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS QUIETUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS RUFUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS RUFUS	BONNET 1959
LACTARIUS SUBDULCIS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS TORMINOSUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS TORMINOSUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS TORMINOSUS	BONNET 1959
LACTARIUS UVIDUS	BONNET 1959
LACTARIUS VELLEREUS	ZELLNER 1907*

TAB. 25: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON MANNIT UND EVTL. ANDEREN POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
LACTARIUS VELLEREUS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS VELLEREUS	BONNET 1959
LACTARIUS VIETUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS VIOLASCENS	FREREJACQUE 1939
LACTARIUS VOLEMUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS ZONARIUS	ZELLNER 1907*
LACTARIUS ZONARIUS	FREREJACQUE 1939
LARICIFOMES OFFICINALIS	ZELLNER 1907*
LARICIFOMES OFFICINALIS	INAGAKI 1934
LECCINUM AURANTIACUM	ZELLNER 1907*
LECCINUM AURANTIACUM	FREREJACQUE 1939
LECCINUM SCABRUM	ZELLNER 1907*
LECCINUM SCABRUM	BONNET 1959
LENTINELLUS COCHLEATUS	ZELLNER 1907*
LENTINELLUS COCHLEATUS	FREREJACQUE 1939
LENZITES FLACCIDA	BONNET 1959
LENZITES SAEPIARIA	PFYFFER 1976
LEPIOTA CLYPEOLARIA	FREREJACQUE 1939
LEPIOTA CRISTATA	FREREJACQUE 1939
LEPIOTA FRIESII	ZELLNER 1907*
LEPISTA NUDA	INAGAKI 1934
LEPISTA NUDA	BONNET 1959
LYCOPERDON PUSILLUM	ZELLNER 1907*
LYCOPERDON PYRIFORME	FREREJACQUE 1939
MACROLEPIOTA EXCORIATA	ZELLNER 1907*
MACROLEPIOTA PROCERA	ZELLNER 1907*
MACROLEPIOTA RHACODES	FREREJACQUE 1939
MARASMUS HARIOLOPORUM	FREREJACQUE 1939
MELAMPSORA LINI	MITCHELL & SHAW 1968
MONASCUS RUBER	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
MONILIA SITOPHILA	ONISHI & SUZUKI 1968
MONILIA VINI	ONISHI & SUZUKI 1968
MORCHELLA CONICA	ZELLNER 1907*
MORCHELLA ESCULENTA	ZELLNER 1907*
MORCHELLA SEMILIBERA	ZELLNER 1907*
MUCOR ROUXII	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
MYCENA GALERICULATA	HOLLIGAN & DREW 1971
MYCENA PELIANTHINA	ZELLNER 1907*
MYROTHECIUM VERRUCARIA	MANDELS ET AL. 1965
NEUROSPORA CRASSA	SUSSMAN & LINGAPPA 1959
NEUROSPORA SITOPHILA	WAIN & WILKINSON 1946
NEUROSPORA SITOPHILA	YAMADA ET AL. 1959
OMPHALIA SCYPHOIDES	ZELLNER 1907*
OMPHALOTUS OLEARIUS	FREREJACQUE 1939
ODEMANSTIELLA PLATYPHYLLA	BONNET 1959
PANELLUS STYPTICUS	ZELLNER 1907*
PANUS CONCHATUS	ZELLNER 1907*
PAXILLUS ATROTOMENTOSUS	ZELLNER 1907*
PAXILLUS ATROTOMENTOSUS	FREREJACQUE 1939
PAXILLUS INVOLUTUS	ZELLNER 1907*

TAB. 25: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON MANNIT UND EVTL. ANDEREN POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
PAXILLUS INVOLUTUS	FREREJACQUE 1939
PAXINA ACETABULUM	ZELLNER 1907*
PAXINA ACETABULUM	FREREJACQUE 1939
PENICILLIUM BREFELDII	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PENICILLIUM CHRYSOGENUM	BIRKINSHAW & RAISTRICK 1931
PENICILLIUM CHRYSOGENUM	BALLIO ET AL. 1964
PENICILLIUM GRISEOFULVUM	LAHOZ ET AL. 1971
PENICILLIUM ITALICUM	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PENICILLIUM NOTATUM	BONSAENG ET AL. 1976
PENICILLIUM OXALICUM	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PEZIZA BACIA	ZELLNER 1907*
PEZIZA BADIO-CONFUSA	FREREJACQUE 1939
PEZIZA NIGRELLA	ZELLNER 1907*
PEZIZA ONOTICA	ZELLNER 1907*
PEZIZA VENCISA	ZELLNER 1907*
PHALLUS IMPUDICUS	ZELLNER 1907*
PHELLINUS IGNARIUS	DOMINGUEZ ET AL. 1972
PHELLINUS POMACEUS	BONNET 1959
PHELLINUS ROBUSTUS	BONNET 1959
PHOLIOTA AURIVELLA	FREREJACQUE 1939
PHOLIOTA LUBRICA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PHOLIOTINA BLATTARIA	ZELLNER 1907*
PHYLLTOPSIS NIDULANS	FREREJACQUE 1939
PHYMATOTRICHUM OMNIVORUM	ERGLE 1948
PICHIA FARINOSA	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA MANDSCHURICA	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA MEMBRANAEFACIENS	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA MISO	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA POLYMORPHA	ONISHI & SUZUKI 1968
PICHIA QUERCIBUS	ONISHI & SUZUKI 1968
PIPTOPORUS BETULINUS	FREREJACQUE 1939
PLEUROTUS CORNUCOPIAE	FREREJACQUE 1939
PLEUROTUS DRYINUS	ZELLNER 1907*
PLEUROTUS ERYNGII	ZELLNER 1907*
PLEUROTUS OSTREATUS	INAGAKI 1934
PLEUROTUS OSTREATUS	FREREJACQUE 1939
PLEUROTUS OSTREATUS	PFYFFER 1976
PLEUROTUS OSTREATUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PLUTEUS ATRICAPILLUS	FREREJACQUE 1939
POLYPORUS FRONDOSUS	FREREJACQUE 1939
POLYPORUS SPUMEUS	FREREJACQUE 1939
POLYPORUS SQUAMOSUS	ZELLNER 1907*
POLYPORUS SQUAMOSUS	FREREJACQUE 1939
POLYPORUS UMBELLATUS	FREREJACQUE 1939
PSATHYRELLA HYDROPHILA	BONNET 1959
PUCCINIA CORONATA	TANI & NAITO 1960
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	PRENTICE ET AL. 1959
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	REISENER ET AL. 1962
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	WYNN ET AL. 1966
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	DALY ET AL. 1967

TAB. 25: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON MANNIT UND EVTL. ANDEREN POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	BURGER ET AL. 1972
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	MACLEAN & SCOTT 1976
PYRENOCHAETA TERRESTRIS	WRIGHT & LE TOURNEAU 1965
PYRICULARIA ORYZAE	YAMADA ET AL. 1959
PYRICULARIA ORYZAE	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
RHIZOCTONIA SCLANI	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
RHIZOPOGON LUTEOLUS	ZELLNER 1907*
RHODOPAXILLUS NUDUS	ZELLNER 1907*
RHODOPAXILLUS NUDUS	FREREJACQUE 1939
RUSSULA ADUSTA	ZELLNER 1907*
RUSSULA ALBONIGRA	BONNET 1959
RUSSULA BRUNNEO-VIOLACEA	BONNET 1959
RUSSULA COERULEA	BONNET 1959
RUSSULA CYANOXANTHA	ZELLNER 1907*
RUSSULA CYANOXANTHA	BONNET 1959
RUSSULA DELICA	ZELLNER 1907*
RUSSULA DELICA	FREREJACQUE 1939
RUSSULA FELLEA	ZELLNER 1907*
RUSSULA FELLEA	BONNET 1959
RUSSULA FOETENS	ZELLNER 1907*
RUSSULA FOETENS	BONNET 1959
RUSSULA FRAGILIS	BONNET 1959
RUSSULA INTEGRA	ZELLNER 1907*
RUSSULA INTEGRA	BONNET 1959
RUSSULA NIGRICANS	ZELLNER 1907*
RUSSULA NIGRICANS	FREREJACQUE 1939
RUSSULA OCHROLEUCA	ZELLNER 1907*
RUSSULA OCHROLEUCA	BONNET 1959
RUSSULA OCHROLEUCA	HOLLIGAN & DREW 1971
RUSSULA QUELETII	ZELLNER 1907*
RUSSULA ROSACEA	ZELLNER 1907*
RUSSULA ROSACEA	BONNET 1959
RUSSULA SANGUINEA	FREREJACQUE 1939
RUSSULA SARDONIA	FREREJACQUE 1939
RUSSULA SARDONIA	BONNET 1959
RUSSULA TORULOSA	BONNET 1959
RUSSULA VIRESCENS	ZELLNER 1907*
SACCHAROMYCES ACIDIFACIENS	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES CARLSBERGENSIS	MUELLER 1937
SACCHAROMYCES FRAGILIS	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES MONACENSIS	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES PARADOXUS	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES ROUXII	ONISHI & SUZUKI 1968
SACCHAROMYCES ROUXII	BROWN & SIMPSON 1972
SACCHAROMYCES SAKI	ONISHI & SUZUKI 1968
SARCOSPHAERA EXIMIA	FREREJACQUE 1939
SCHIZOPHYLLUM COMMUNE	NIEDERPRUEM & HUNT 1967
SCHIZOPHYLLUM COMMUNE	AITKEN & NIEDERPRUEM 1970
SCHIZOPHYLLUM COMMUNE	SETH & NIEDERPRUEM 1976
SCLERODERMA AURANTIUM	ZELLNER 1907*

TAB. 25: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN VON MANNIT UND EVTL. ANDEREN POLYOLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
SCLERODERMA AURANTIUM	FREREJACQUE 1939
SCLERODERMA VERRUCOSUM	ZELLNER 1907*
SCLERODERMA VERRUCOSUM	FREREJACQUE 1939
SCLEROTINIA SCLEROTIUM	LE TOURNEAU 1966
SCLEROTINIA SCLEROTIUM	WANG & LE TOURNEAU 1971
SCLEROTINIA TUBEROSUM	ZELLNER 1907*
SUILLUS BOVINUS	ZELLNER 1907*
SUILLUS BOVINUS	INAGAKI 1934
SUILLUS BOVINUS	BONNET 1959
SUILLUS LUTEUS	ZELLNER 1907*
SUILLUS VARIEGATUS	ZELLNER 1907*
SUILLUS VARIEGATUS	BONNET 1959
TORULOPSIS ANOMALA	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS FAMATA	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS HALOPHILA	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS MANNITOFACIENS	ONISHI & SUZUKI 1970
TORULOPSIS NODAENSIS	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS SAKE	ONISHI & SUZUKI 1968
TORULOPSIS VERSATILIS	ONISHI & SUZUKI 1968
TRICHOLOMA ACERBUM	BONNET 1959
TRICHOLOMA ALBUM	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA ALBUM	BONNET 1959
TRICHOLOMA COLUMBETTA	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA COLUMBETTA	BONNET 1959
TRICHOLOMA FLAVOBRUNNEUM	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA FLAVOVIRENS	INAGAKI 1934
TRICHOLOMA PESSUNDATUM	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA RESPLENDENS	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA RUSSULA	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA SULFUREUM	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA SULFUREUM	FREREJACQUE 1939
TRICHOLOMA TERREUM	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMA USTALE	ZELLNER 1907*
TRICHOLOMOPSIS EDDDES	INAGAKI 1934
TRICHOLOMOPSIS EDDDES	MIKAMO 1974
TRICHOSPORON BEHRENDII	ONISHI & SUZUKI 1968
TRICHOSPORON CUTANEUM	ONISHI & SUZUKI 1968
TRIGONOPSIS VARIABILIS	ONISHI & SUZUKI 1968
TUBER NIGRUM	ZELLNER 1907*
TYLOPILUS FELLEUS	FREREJACQUE 1939
TYROMYCES PTYCHOGASTER	ZELLNER 1907*
USTILAGO MAYDIS	ZELLNER 1910
USTILAGO MAYDIS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
USTILAGO NUDA	GAUNT & MANNERS 1973
VERTICILLIUM ALBO-ATRUM	LE TOURNEAU 1974
VERTICILLIUM DAHLIAE	LE TOURNEAU 1974
VERTICILLIUM FUNGICOLA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
VERTICILLIUM INTERTEXTUM	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
VOLVARIELLA SPECIOSA	FREREJACQUE 1939
VOLVARIELLA VOLVACEA	ZELLNER 1907*

TAB. 25: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-
FRAKTION DAS VORKOMMEN VON MANNIT UND EVTL. ANDEREN
POLYGLEN BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
XEROCOMUS BADIUS	ZELLNER 1907*
XEROCOMUS BADIUS	BONNET 1959
XEROCOMUS BADIUS	PFYFFER 1976
XEROCOMUS CHRYSENTERON	ZELLNER 1907*
XEROCOMUS CHRYSENTERON	BONNET 1959
XEROCOMUS SUBTOMENTOSUS	ZELLNER 1907*
XYLARIA POLYMORPHA	ZELLNER 1907*

TAB. 26: GRUPPE DER SPECIES, IN DEREN WASSERLOESLICHER NEUTRAL-FRAKTION DAS VORKOMMEN SELTENER POLYOLE (THREIT, RIBIT, XYLIT, DULCIT, SORBIT, VOLEMIT, MESO-GLYCERO-100-HEPTIT UND D-GLYCERO-D-IDC-HEPTIT) BEKANNT IST.

SPECIES	LITERATUR
AGARICUS BISPORUS	DUETSCH 1971
AGARICUS BISPORUS	STAEUBLE 1972
AGARICUS CAMPESTER	KRATZL & SILBERNAGEL 1963
ARMILLARIELLA MELLEA	BIRKINSHAW ET AL. 1948
ARMILLARIELLA MELLEA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
ASPERGILLUS CLAVATUS	CORINA & MUNDAY 1971
BOLETUS ERYTHROPUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
CANDIDA GUILLERMONDII	ONISHI & SUZUKI 1969
CANDIDA POLYMORPHA	ONISHI 1960
CANDIDA POLYMORPHA	ONISHI & SUZUKI 1966
CANDIDA POLYMORPHA	SUZUKI & ONISHI 1970
CANDIDA TROPICALIS	ONISHI 1960
CANDIDA UTILIS	HORITSU ET AL. 1968
CHAETOMIUM ELATUM	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
CIRCINELLA MUCOROIDES	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA MUSCAE	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA RIGIDA	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA SIMPLEX	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CIRCINELLA UMBELLATA	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
CLAVICEPS PURPUREA	VINING & TABER 1964
CLAVICEPS PURPUREA	CORBETT ET AL. 1975
ENDOTHIA PARASITICA	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
HANSENULA ANOMALA	ONISHI 1960
LACTARIUS VOLEMUS	BOURQUELOT 1889
MUCOR MIEHEI	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
MUCOR ROUXII	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PICHIA FARINOSA	ONISHI 1960
PICHIA MISO	ONISHI 1960
PICHIA MISO	ONISHI & PERRY 1965
PICHIA QUERCIBUS	SUZUKI & ONISHI 1967
PLEUROTUS OSTREATUS	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	DALY ET AL. 1967
PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	MACLEAN & SCOTT 1976
PYRENOCHAETA TERRESTRIS	WRIGHT & LE TOURNEAU 1965
RHOODOTORULA GRAMINIS	DEINEMA & LANDHEER 1960
SACCHAROMYCES ACIDIFACIENS	SUZUKI & ONISHI 1970
SACCHAROMYCES ROUXII	ONISHI 1960
SACCHAROMYCES ROUXII	SUZUKI & ONISHI 1970
SCLEROTINIA SCLEROTIIFORM	WANG & LE TOURNEAU 1971
SUILLUS BOVINUS	LIPPMANN 1912
SYNCEPHALASTRUM RACEMOSUM	CURTIS ET AL. (IM DRUCK)
TORULA UTILIS	FINK & JUST 1938
TORULOPSIS FAMATA	ONISHI 1960
TORULOPSIS VERSATILIS	ONISHI 1960
ZYGOPHYNCHUS MOELLERI	PFYFFER (VORLIEGENDE ARBEIT)

TAB. 27: CHEMOTAXONOMIE DER PILZE UNTER VERWENDUNG DES POLYOL-MUSTERS ALS DIFFERENTIALCHARAKTER (G GLYCERIN, E ERYTHRIT, T THREIT, R RIBIT, A ARABIT, X XYLIT, M MANNIT, D DULCIT, S SORBIT, V VOLEMIT, H MESO-GLYCERO-IDO-HEPTIT, I D-GLYCERO-D-IDO-HEPTIT, U KEINE POLYOLE).

SUBDIVISION (KLASSE)	SPECIES	POLYOLMUSTER			
PHYCOMYCOTINA					

(OOMYCETES)	ACHLYA RADIOSA				
	ALBUGO TRAGOPOGONIS				
	PERONOSPORA PARASITICA				
	PHYTOPHTHORA CACTORUM				
	PHYTOPHTHORA CINNAMOMI				
(ZYGOMYCETES)	ACTINOMUCOR ELEGANS	G			
	CIRCINELLA MUCOROIDES		R		
	CIRCINELLA MUSCAE		R		
	CIRCINELLA RIGIDA		R		
	CIRCINELLA SIMPLEX		R		
	CIRCINELLA UMBELLATA		R		
	COCCIDIODES IMMITIS			M	
	MORTIERELLA RAMMANIANA	G			
	MUCOR MIEHEI	G	R		
	MUCOR MUCEDO	G			
	MUCOR ROUXII	G	RA	M	
	PHYCOMYCES BLAKESLEANUS	G			
	RHIZOPUS OLIGOSPORUS	G			
	RHIZOPUS STOLONIFER	G			
	SYNCEPHALASTRUM RACEMOSUM		R		
	ZYGORHYNCHUS MOELLERI	G	R		
(CHYTRIDIOMYCETES)	ALLOMYCES ARBUSCULUS	G		M	
	BLASTOCLADIELLA EMERSONII	G		M	
ASCOMYCOTINA					

(HEMIASCOMYCETES)	BYSSOCHLAMYS FULVA			M	
	BYSSOCHLAMYS NIVEA	GE		M	
	DEBARYOMYCES HANSENII	G	A	M	
	DEBARYOMYCES MEMBRANAEFACIENS	G		M	
	DEBARYOMYCES MISO	G		M	
	DEBARYOMYCES SAKE	G	A	M	
	HANSENULA ANCHALA	G	A	MD	
	HANSENULA MISO	G		M	
	HANSENULA SUAVEOLENS		A		
	HANSENULA SUBPELLICULOSA	G		M	
	PICHIA FARINOSA	G	A	MD	
	PICHIA MANDSCHURICA	G		M	
	PICHIA MEMBRANAEFACIENS	G		M	
	PICHIA MISO	GE	AXMD	HI	
	PICHIA POLYMORPHA	G		M	

TAB. 27: CHEMOTAXONOMIE DER PILZE UNTER VERWENDUNG DES POLYOL-MUSTERS ALS DIFFERENTIALCHARAKTER (G GLYCERIN, E ERYTHRIT, T THREIT, R RIBIT, A ARABIT, X XYLIT, M MANNIT, D DULCIT, S SORBIT, V VOLEMIT, H MESO-GLYCERO-IDO-HEP-TIT, I D-GLYCERO-D-IDO-HEPTIT, O KEINE POLYOLE).

SUBDIVISION (KLASSE)	SPECIES	POLYOLMUSTER
(HEMIASCOMYCETES)	PICHIA QUERCIBUS	G AXM
	SACCHAROMYCES ACIDIFACIENS	G AXM
	SACCHAROMYCES BARKERI	G A
	SACCHAROMYCES CARLSBERGENSIS	M
	SACCHAROMYCES FERMENTATI	A
	SACCHAROMYCES FRAGILIS	G A M
	SACCHAROMYCES MANDSCHURICUS	A
	SACCHAROMYCES MELLIS	G A
	SACCHAROMYCES MONACENSIS	G M
	SACCHAROMYCES NADSONII	G A
	SACCHAROMYCES NUSSBAUMERII	G A
	SACCHAROMYCES PARADOXUS	G M
	SACCHAROMYCES PRIORIANUS	G A
	SACCHAROMYCES RICHTERI	G A
	SACCHAROMYCES ROUXII	G AXMD
	SACCHAROMYCES RUGOSUS	G A
	SACCHAROMYCES SAKE	G M
	SACCHAROMYCES WYOCENA	G A
(PLECTOMYCETES)	ERYSIPHE GRAMINIS	A M
	MONASCUS RUBER	GE M
(PYRENOZYCEETES)	CHAETOMIUM ELATUM	T A M
	CHAETOMIUM GLOBOSUM	G M
	CLAVICEPS CURREYANA	A M
	CLAVICEPS NIGRICANS	A M
	CLAVICEPS PURPUREA	GET AXMD
	COCHLIOBOLUS MYIABEANUS	G M
	ENDOTHIA PARASITICA	G A M S
	GELASINOSPOORA CEREALIS	G M
	GIBBERELLA FUJIKUROI	G A M
	NEURCOSPORA CRASSA	M
	NEUROSPORA SITOPHILA	M
	XYLARIA POLYMORPHA	M
(DISCOMYCETES)	ALEURIA PUSTULATA	M
	ASCOBOLUS STERCORARIUS	M
	ASCOCORYNE SARCOIDES	G A M
	BULGARIA INQUINANS	M
	ELAPHOMYCES ASPERULUS	M
	ELAPHOMYCES GRANULATUS	M
	ELAPHOMYCES LEVEILLII	M
	ELAPHOMYCES MURICATUS	M
	HELVELLA ESCULENTA	M
	MORCHELLA CONICA	M
	MORCHELLA ESCULENTA	M
	MORCHELLA SEMILIBERA	M

TAB. 27: CHEMOTAXONOMIE DER PILZE UNTER VERWENDUNG DES POLYOL-MUSTERS ALS DIFFERENTIALCHARAKTER (G GLYCERIN, E ERYTHRIT, T THREIT, R RIBIT, A ARABIT, X XYLIT, M MANNIT, D DULCIT, S SORBIT, V VOLEMIT, H MESO-GLYCERO-IDO-HEP-TIT, I D-GLYCERO-D-IDO-HEPTIT, O KEINE POLYOLE).

SUBDIVISION (KLASSE)	SPECIES	POLYOLMUSTER
(DISCOMYCETES)	PEZIZA BADIA	M
	PEZIZA BADIO-CONFUSA	M
	PEZIZA NIGRELLA	M
	PEZIZA ONOTICA	M
	PEZIZA VENOSA	M
	SARCOSPHAERA EXIMIA	M
	SCLEROTINIA SCLEROTIORUM	G RAXMDS
	SCLEROTINIA TUBEROSUM	M
	TUBER NIGRUM	M
DEUTEROMYCOTINA *****		
(BLASTOMYCETES)	CANDIDA ALBICANS	G M
	CANDIDA ARBOREA	A
	CANDIDA BOREA	G M
	CANDIDA GUILLERMONDII	G AXM
	CANDIDA LIPOLYTICA	E A M
	CANDIDA POLYMORPHA	GE RAXMD
	CANDIDA TROPICALIS	G A MD
	CANDIDA UTILIS	G AXM
	CANDIDA ZEYLANOIDES	E M
	CRYPTOCOCCUS LAURENTII	G M
	CRYPTOCOCCUS NECFORMANS	G M
	RHODOTORULA GRAMINIS	G A S
	TORULOPSIS ANOMALA	G M
	TORULOPSIS FAMATA	GE A MD
	TORULOPSIS HALOPHILA	G A M
	TORULOPSIS MAGNOLIAE	G
	TORULOPSIS MANNITOFACIENS	A M
	TORULOPSIS NODAENSIS	G A M
	TORULOPSIS SAKE	G M
	TORULOPSIS VERSATILIS	G A MD
	TRICHOSPORON BEHRENDII	G M
	TRICHOSPORON CUTANEUM	G M
	TRIGONOPSIS VARIABILIS	GE M
(HYPHOMYCETES)	ALTERNARIA TENUISSIMA	A M
	ASPERGILLUS CANDIDUS	M
	ASPERGILLUS CLAVATUS	GE RA M
	ASPERGILLUS ELEGANS	M
	ASPERGILLUS FISCHERI	M
	ASPERGILLUS GLAUCUS	M
	ASPERGILLUS NIDULANS	M
	ASPERGILLUS NIGER	GE A M
	ASPERGILLUS ORYZAE	M
	ASPERGILLUS TERREUS	E M

TAB. 27: CHEMOTAXONOMIE DER PILZE UNTER VERWENDUNG DES POLYOL-MUSTERS ALS DIFFERENTIALCHARAKTER (G GLYCERIN, E ERYTHRIT, T THREIT, R RIBIT, A ARABIT, X XYLIT, M MANNIT, D DULCIT, S SORBIT, V VOLEMIT, H MESO-GLYCERO-100-HEPTIT, I D-GLYCERC-D-100-HEPTIT, O KEINE POLYOLE).

SUBDIVISION (KLASSE)	SPECIES	POLYOLMUSTER
(HYPHOMYCETES)	ASPERGILLUS VERSICOLOR	M
	ASPERGILLUS WENTII	G M
	BOTRYTIS CINEREA	G A M
	DENDRYPHIELLA SALINA	G A M
	FUSARIUM SOLANI	M
	GEOTRICHUM CANDIDUM	GE R M
	HELMINTHOSPORIUM GENICULATUM	G M
	MONILIA SITOPHILA	G M
	MONILIA VINI	G M
	MONILIELLA TOMENTOSA	GE
	MYROTHECIUM VERRUCARIA	M
	PENICILLIUM BREFELDIANUM	E M
	PENICILLIUM BREVI-COMPACTUM	E
	PENICILLIUM CHRYSOGENUM	GE A M
	PENICILLIUM CYCLOPIUM	E
	PENICILLIUM GRISEOFULVUM	A M
	PENICILLIUM HERQUEI	E
	PENICILLIUM ITALICUM	GE A M
	PENICILLIUM NOTATUM	M
	PENICILLIUM OXALICUM	GE A M
	PHYMATOTRICHUM OMNIVORUM	M
	PYRICULARIA ORYZAE	A M
	RHIZOCTONIA SOLANI	G A M
	TORULA UTILIS	D
	VERTICILLIUM ALBO-ATRUM	GE A M
	VERTICILLIUM DAHLIAE	GE A M
	VERTICILLIUM FUNGICOLA	E M
	VERTICILLIUM INTERTEXTUM	G A M
(COELOMYCETES)	COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES	A M
	DIPLODIA VITICOLA	A M
	PYRENOCHAETA TERRESTRIS	GE A M S
BASIDIOMYCOTINA *****		
(TELIONYCETES)	MELAMPSORA LINI	GE A M
	PUCCINIA CORONATA	M
	PUCCINIA GRAMINIS TRITICI	GE RAXM S
	USTILAGO MAYDIS	GE A M
	USTILAGO NUDA	E M
(HYMENOMYCETES)	AGARICUS ARVENSIS	M
	AGARICUS BISPORUS	AXM S
	AGARICUS CAMPESTER	XM
	AGARICUS SILVICOLA	M
	AGARICUS XANTHODERMA	M

TAB. 27: CHEMOTAXONOMIE DER PILZE UNTER VERWENDUNG DES POLYOL-MUSTERS ALS DIFFERENTIALCHARAKTER (G GLYCERIN, E ERYTHRIT, T THREIT, R RIBIT, A ARABIT, X XYLIT, M MANNIT, D DULCIT, S SORBIT, V VOLEMIT, H MESO-GLYCERO-IDO-HEPTIT, I D-GLYCERO-D-IDO-HEPTIT, O KEINE POLYOLE).

SUBDIVISION (KLASSE)	SPECIES	POLYOLMUSTER
(HYMENOMYCETES)	AGROCYBE PRAECOX	M
	AMANITA ASPERA	M
	AMANITA CAESAREA	M
	AMANITA CITRINA	M
	AMANITA MUSCARIA	M
	AMANITA PANTHERINA	M
	AMANITA PHALLOIDES	M
	AMANITA PORPHYRIA	M
	AMANITA RUBESCENS	M
	AMANITA VAGINATA	M
	AMANITA VITTADINI	M
	ARMILLARIELLA MELLEA	ET M
	ARMILLARIELLA TABESCENS	M
	BOLETUS AEREUS	M
	BOLETUS APPENDICULATUS	M
	BOLETUS CALOPUS	M
	BOLETUS EDULIS	M
	BOLETUS ERYTHROPUS	G AXM
	BOLETUS LURIDUS	M
	BOLETUS PRUINATUS	M
	BOLETUS SATANAS	M
	CALODON FERRUGINEUM	M
	CAMAROPHYLLUS VIRGINEUS	M
	CANTHARELLUS CIBARIUS	M
	CANTHARELLUS TUBAEFORMIS	M
	CHROOGOMPHUS RUTILUS	M
	CLAVARIA AUREA	M
	CLAVARIA CORNICULATA	M
	CLAVARIA FLAVA	M
	CLAVARIA FORMOSA	M
	CLAVARIA PISTILLARIS	M
	CLITOCYBE GEOTROPA	M
	CLITOCYBE GIBBA	M
	CLITOCYBE NEBULARIS	M
	COLLYBIA BRESADOLAE	M
	COLLYBIA BUTYRACEA	M
	COLLYBIA CONFLUENS	M
	COLLYBIA DRYOPHILA	M
	COLLYBIA FUSIPES	M
	COLLYBIA MACULATA	M
	COPRINUS ATRAMENTARIUS	A M
	COPRINUS COMATUS	M
	COPRINUS FRIESII	G M
	COPRINUS MICACEUS	M
	CORIOLUS VERSICOLOR	M
	CORTINARIUS ALBOVIOLACEUS	M
	CORTINARIUS BIVELUS	M

TAB. 27: CHEMOTAXONOMIE DER PILZE UNTER VERWENDUNG DES POLYOL-MUSTERS ALS DIFFERENTIALCHARAKTER (G GLYCERIN, E ERYTHRIT, T THREIT, R RIBIT, A ARABIT, X XYLIT, M MANNIT, D DULCIT, S SORBIT, V VOLEMIT, H MESO-GLYCERO-IDO-HEP-TIT, I D-GLYCERO-D-IDO-HEPTIT, O KEINE POLYOLE).

SUBDIVISION (KLASSE)	SPECIES	POLYOLMUSTER
(HYMENOMYCETES)	CORTINARIUS BOLARIS	M
	CORTINARIUS BRUNNEUS	M
	CORTINARIUS BULLIARDI	M
	CORTINARIUS COLLINITUS	M
	CORTINARIUS ELATIOR	M
	CORTINARIUS FULMINEUS	M
	CORTINARIUS INFRACTUS	M
	CORTINARIUS LARGUS	M
	CORTINARIUS PRAESTANS	M
	CORTINARIUS TORVUS	M
	CORTINARIUS VIOLACEUS	M
	ENTOLOMA CLYPEATUM	M
	ENTOLOMA NIDOROSUM	M
	ENTOLOMA SINUATUM	M
	FISTULINA HEPATICA	A M
	FLAMMULINA VELUTIPES	A M
	GYMNOPILUS SPECTABILIS	M
	GYROPORUS CYANESCENS	M
	HEBELOMA RADICCSUM	M
	HERICIUM CORALLOIDES	M
	HERICIUM ERINACEUS	M
	HOHENBUEHLIA PETALOIDES	M
	HYDNUM IMBRICATUM	M
	HYDNUM REPANDUM	M
	HYDNUM SQUAMOSUM	M
	HYGROPHOROPSIS AURANTIACA	M
	HYGROPHORUS AGATHOSMUS	M
	HYGROPHORUS COSSUS	M
	HYGROPHORUS HYPOTHEIUS	M
	HYGROPHORUS NEMOREUS	M
	HYGROPHORUS OLIVACEOALBUS	M
	HYPHOLOMA FASCICULARE	M
	HYPHOLOMA SUBLATERITUM	M
	LACCARIA LACCATA	M
	LACTARIUS BLENNIUS	M
	LACTARIUS CHRYSORRHEUS	M
	LACTARIUS CONTROVERSIUS	M
	LACTARIUS DELICIOSUS	M
	LACTARIUS MUSTEUS	M
	LACTARIUS NEGATOR	M
	LACTARIUS PALLIDUS	M
	LACTARIUS PIPERATUS	M
	LACTARIUS PUBESCENS	M
	LACTARIUS PYROGALUS	M
	LACTARIUS QUIETUS	M
	LACTARIUS RUFUS	M
	LACTARIUS SUBDULCIS	M

TAB. 27: CHEMOTAXONOMIE DER PILZE UNTER VERWENDUNG DES POLYOL-MUSTERS ALS DIFFERENTIALCHARAKTER (G GLYCERIN, E ERYTHRIT, T THREIT, R RIBIT, A ARABIT, X XYLIT, M MANNIT, D DULCIT, S SORBIT, V VOLEMIT, H MESO-GLYCERD-IDO-HEPTIT, I D-GLYCERD-D-IDO-HEPTIT, O KEINE POLYOLE).

SUBDIVISION (KLASSE)	SPECIES	POLYOLMUSTER		
(HYMENOMYCETES)	LACTARIUS TORMINOSUS			M
	LACTARIUS UVIDUS			M
	LACTARIUS VELLEREUS			M
	LACTARIUS VIETUS			M
	LACTARIUS VIOLASCENS			M
	LACTARIUS VOLEMUS			M V
	LACTARIUS ZONARIUS			M
	LARICIFOMES OFFICINALIS			M
	LECCINUM AURANTIACUM			M
	LECCINUM SCABRUM			M
	LENTINELLUS COCHLEATUS			M
	LENZITES FLACCIDA			M
	LENZITES SAEPIARIA	G	A	M
	LEPIOTA CLYPEOLARIA			M
	LEPIOTA CRISTATA			M
	LEPIOTA FRIESII			M
	LEPISTA NUDA			M
	MACROLEPIOTA EXCORIATA			M
	MACROLEPIOTA PRCCERA			M
	MACROLEPIOTA RHACODES			M
	MARASMUS HARIOLORUM			M
	MYCENA GALERICULATA	G	A	M
	MYCENA PELIANTHINA			M
	OMPHALIA SCYPHOIDES			M
	OMPHALOTUS OLEARIUS			M
	DUDEMANSIELLA PLATYPHYLLA			M
	PANELLUS STYPTICUS			M
	PANUS CONCHATUS			M
	PAXILLUS ATROTOMENTOSUS			M
	PAXILLUS INVOLUTUS			M
	PAXINA ACETABULUM			M
	PELLINUS IGNIARIUS			M
	PELLINUS POMACEUS			M
	PELLINUS ROBUSTUS			M
	PHOLIOTA AURIVELLA			M
	PHOLIOTA LUBRICA	G	A	M
	PHOLIOTINA BLATTARIA			M
	PHYLLOTOPSIS NIDULANS			M
	PIPTOPORUS BETULINUS			M
	PLEUROTUS CORNUCOPIAE			M
	PLEUROTUS DRYINUS			M
	PLEUROTUS ERYNGII			M
	PLEUROTUS OSTREATUS	GE		M S
	PLUTEUS ATRICAPILLUS			M
	POLYPORUS FRONDOSUS			M
	POLYPORUS SPUMEUS			M
	POLYPORUS SQUAMOSUS			M

TAB. 27: CHEMOTAXONOMIE DER PILZE UNTER VERWENDUNG DES POLYOL-MUSTERS ALS DIFFERENTIALCHARAKTER (G GLYCERIN, E ERYTHRIT, T THREIT, R RIBIT, A ARABIT, X XYLIT, M MANNIT, C DULCIT, S SORBIT, V VOLEMIT, H MESO-GLYCERO-IDO-HEPTIT, I D-GLYCERC-D-IDO-HEPTIT, O KEINE POLYOLE).

SUBDIVISION (KLASSE)	SPECIES	POLYOLMUSTER
(HYMENOMYCETES)	POLYPORUS UMBELLATUS	M
	PSATHYRELLA HYDROPHILA	M
	RHODOPAXILLUS NUDUS	M
	RUSSULA ADUSTA	M
	RUSSULA ALBONIGRA	M
	RUSSULA BRUNNEO-VIOLACEA	M
	RUSSULA COERULEA	M
	RUSSULA CYANOXANTHA	M
	RUSSULA DELICA	M
	RUSSULA FELLEA	M
	RUSSULA FOETENS	M
	RUSSULA FRAGILIS	M
	RUSSULA INTEGRAL	M
	RUSSULA NIGRICANS	M
	RUSSULA OCHROLEUCA	E M
	RUSSULA QUELETII	M
	RUSSULA ROSACEA	M
	RUSSULA SANGUINEA	M
	RUSSULA SARDONIA	M
	RUSSULA TORULOSA	M
	RUSSULA VIRESCENS	M
	SCHIZOPHYLLUM COMMUNE	G A M
	SUILLUS BOVINUS	A M S
	SUILLUS LUTEUS	M
	SUILLUS VARIEGATUS	M
	TRICHOLOMA ACERBUM	M
	TRICHOLOMA ALBUM	M
	TRICHOLOMA COLUMBETTA	M
	TRICHOLOMA FLAVOBRUNNEUM	M
	TRICHOLOMA FLAVOVIRENS	M
	TRICHOLOMA PESSUNDATUM	M
	TRICHOLOMA RESPLENDENS	M
	TRICHOLOMA RUSSULA	M
	TRICHOLOMA SULFUREUM	M
	TRICHOLOMA TERREUM	M
	TRICHOLOMA USTALE	M
	TRICHOLOMOPSIS EODES	A M
	TYLOPILUS FELLEUS	M
	TYROMYCES PTYCHOGASTER	M
	VOLVARIELLA SPECIOSA	M
	VOLVARIELLA VOLVACEA	M
	XEROCOMUS BADIUS	G M
	XEROCOMUS CHRYSENTERON	M
	XEROCOMUS SUBTOMENTOSUS	M
(GASTEROMYCETES)	GEASTER RUFESCENS	M
	LYCOPERDON GEMMATUM	G

TAB. 27: CHEMOTAXONOMIE DER PILZE UNTER VERWENDUNG DES POLYOL-MUSTERS ALS DIFFERENTIALCHARAKTER (G GLYCERIN, E ERYTHRIT, T THREIT, R RIBIT, A ARABIT, X XYLIT, M MANNIT, C DULCIT, S SORBIT, V VOLEMIT, H MESO-GLYCERO-IDO-HEPTIT, I D-GLYCERO-D-IDO-HEPTIT, O KEINE POLYOLE).

SUBDIVISION (KLASSE)	SPECIES	POLYOLMUSTER
(GASTEROMYCETES)	LYCOPERDON PUSILLUM	M
	LYCOPERDON PYRIFORME	M
	PHALLUS IMPUDICUS	M
	RHIZOPOGON LUTEOLUS	M
	SCLERODERMA AURANTIUM	M
	SCLERODERMA VERRUCOSUM	M

VII. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND DISKUSSION

Die in der vorliegenden Studie ausgearbeitete Kombination von Hochvolt-elektrophorese (vgl. II.4.4.), Dünnschicht- (vgl. II.4.2.) sowie Gaschromatographie (vgl. II.4.3.) ermöglicht erstmals mit einem vernünftigen Zeitaufwand das Screening einer Vielzahl von Pilzen bezüglich ihres Polyolmusters. Im Unterschied zu den von Sawardeker et al. (1965), Oades (1967) und Shaw und Moss (1969) angewendeten Bedingungen zur gaschromatographischen Trennung von Alditacetaten, bei welchen jeweils das Elutionsvolumen von Dulcitol mit jenem von Sorbit koinzidiert, erlaubt der Einsatz der hier erstmals zur Polyolanalyse pilzlicher Extrakte verwendeten stationären Phase unter den gewählten Bedingungen und bei Verwendung von 6-Deoxy-L-galaktitol als Standard, dessen Vorkommen in der Natur höchst wahrscheinlich auszuschliessen ist (vgl. III.1.3. sowie Pigman und Goepf, 1948), eine nahezu perfekte Lösung auch der anderen, sonst selbst bei der Gaschromatographie auftretenden Schwierigkeiten der Analyse von Zuckeralkoholen (vgl. Einleitung sowie III.1.) und somit zudem eine simultane Quantifizierung komplexer Polyolmischungen (vgl. III.3.). Ferner ist bei der Elektrophorese mit Natriumarsenitpuffer (vgl. Frahn und Mills, 1959) bei Erhöhung des Spannungsgradienten (vgl. II.4.4.) eine einwandfreie Trennung isomerer Aldite - so auch der dünnstschichtchromatographisch nicht eindeutig separierbaren Hexite Dulcitol und Sorbit (vgl. III.1.2. sowie Tab. 5) - möglich. Dass sich Arabitol und Mannitol bzw. Xylitol und Sorbit auch mit diesem verbesserten Verfahren nicht vollständig voneinander trennen lassen (vgl. III.1.4. sowie Tab. 9), ist hier belanglos, da die Separation dieser Komponenten gaschromatographisch keine Probleme bietet (vgl. III.1.3.).

Von einigen Ausnahmen abgesehen, stellen in höheren Pilzen Mannitol, Arabitol und Glycerin die einzigen regelmässig und in substantiellen Mengen auftretenden Zuckeralkohole dar; zusätzlich können Erythrit, Threitol und Sorbit vorkommen (vgl. Tab. 13). Dabei zeichnen sich v.a. die Asco- und Deuteromyceten durch ein vielfältiges Polyolmuster aus (vgl. Tab. 13 sowie Abb. 6d und 6f). A. niger (Barker et al., 1958), P. graminis tritici (Prentice et al., 1959; Reisener et al., 1962), C. polymorpha, P. misono sowie I. famata (Onishi, 1960; Onishi und Suzuki, 1968), C. purpurea (Vining und Taber, 1964; Corbett et al., 1975), P. chrysogenum (Ballio et al., 1964), P. terrestris (Wright und Le Tourneau, 1965), M. lini

(Mitchell und Shaw, 1968), A. clavatus (Holligan und Lewis, 1973) und V. albo-atrum (Le Tourneau, 1974) sind bis jetzt die einzigen Arten, in welchen die Kombination Glycerin-Erythrit-Arabit-Mannit beobachtet worden ist. Dies hat möglicherweise grössere allgemeine Bedeutung, zumal die meisten heute bekannten perfekten Stadien der Deuteromyceten unter den Hemi- und Euscomyceten, seltener unter den Hetero- und Homobasidiomyceten zu finden sind (vgl. Ainsworth, 1971; Müller und Löffler, 1971; Talbot, 1971). Das gleichzeitige Auftreten dieser vier am C-2 und C-3 gleiche Konfiguration aufweisenden Zuckeralkohole - von Ballio et al. (1964) noch als ungewöhnlich angesehen - wurde in zwei weiteren Penicillien, nämlich in P. italicum und P. oxalicum, festgestellt (vgl. IV.3.5., Tab. 13 sowie Abb. 6f und Abb. 7). Dass in der oben erwähnten, grösstenteils aus Asco- und Deuteromyceten bestehenden Gruppe zwei Rostpilze vertreten sind, und diese Zuckeralkohole auch in Sporen von U. maydis (vgl. Abb. 10) vorkommen, erstaunt wenig, zeigen doch einzelne Ustilaginales in ihrer saprophytischen Lebensphase mit der Ausbildung von Sprossmycel, welches nur im dikaryotischen Zustand zu Infektionshyphen auszuwachsen vermag, Ähnlichkeiten mit den Taphrinales (Gäumann, 1964; Raper und Flexer, 1971); und die Uredinales weisen sogar gehäuft Merkmale auf, die in ihrer Kombination mit solchen von Ascomyceten vergleichbar sind (vgl. Gäumann, 1964; Oberwinkler, 1977), so z.B. bipolare Fortpflanzungssysteme, rudimentäre Geschlechtsorgane und das Fehlen eines Doliporus.

Der Vielfältigkeit des Polyolmusters der Hemiasco-, Plecto- und Pyrenomycceten wie auch der Imperfekten und der Teliomyceten steht die wesentlich ärmere Alditausstattung - zumeist ist es nur Mannit - der Disco- sowie der Hymeno- und Gasteromyceten gegenüber (vgl. Tab. 27; für Literaturangaben vgl. Tab. 23). Dies kann einerseits darauf beruhen, dass die Resultate mehrheitlich - da zumeist auf alten Untersuchungen an Fruchtkörpern basierend (vgl. Einleitung) - wohl unvollständig sind. Diese Aussage verdeutlichen z.B. Analysen von B. erythropus, dessen Fruchtkörper neben dem hier schon lange bekannten Mannit (vgl. Zellner, 1907) nach den vorliegenden Ergebnissen auch Glycerin, Arabit und Xylit aufweist (vgl. Abb. 1), sowie Untersuchungen am Sporokarp von A. mellea, in welchem ausser Mannit und Threitol (vgl. Zellner, 1907; für Mycel vgl. Birkinshaw et al., 1948) auch Erythrit festgestellt worden ist (vgl. Abb. 1). Andererseits sprechen Analysenergebnisse von A. bisporus und P. ostreatus (vgl. Pfyffer, 1976 sowie Abb. 9b der vorliegenden Arbeit) dafür, dass bei den Fruchtkörpern von Hymenomyceten, im

Vergleich zu Sporen und Mycel, tatsächlich eine Reduktion des Polyol-musters auftritt, was mit den in Basidiomyceten, insbesondere Hymenomyceten, beobachteten Rückbildungstendenzen (u.a. autogame Kernpaarung, Verlust der Septen und Geschlechtsorgane: vgl. Gäumann, 1964, sowie Oberwinkler, 1977) im Zusammenhang stehen kann.

Die Analyse der Phycomyceten ergab die interessantesten Resultate dieser Studie, zeigt sie doch auf, dass jene, mit Ausnahme der Oomyceten (vgl. IV.3.1.), entgegen der bisherigen Annahme (vgl. Einleitung), durchaus zur Synthese von Zuckeralkoholen befähigt sind. Die Ausbildung klassenspezifischer Polyolmuster unterstreicht sogar die bekannte Heterogenität der niederen Pilze (vgl. Ragan und Chapman, 1978). Das Fehlen von Alditen selbst auch in mit Peronospora infiziertem Pflanzenmaterial - im Unterschied zum konstanten Vorkommen von Mannit und Arabit in von Taphrina tosquinetii befallenen Blättern (Lewis et al., unveröffentlichte Resultate: vgl. Smith et al., 1969) - zeigt, dass die hier unter Verwendung von in Reinkultur gewachsenem Mycelium gemachte Folgerung bezüglich des Fehlens von Polyolen in jener Gruppe auch für die Verhältnisse, wie sie in den natürlichen Biotopen auftreten, gilt. Zygo- und Chytridiomyceten enthalten i. allg. Glycerin und in bestimmten Fällen einen weiteren Zuckeralkohol (Ribit oder Mannit, vgl. IV.3.2., IV.3.3. sowie Tab. 27 und Abb. 6b und 6c). In von drei Arten von Synchytrium (Chytridiomycetes sensu Sparrow, 1960) infizierten Pflanzengeweben sind keine Aldite gefunden worden (Lewis et al., s. oben). Dies steht im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den hier untersuchten Chytridiomyceten und stellt einen Hinweis dafür dar, dass die Synchytridiales - von Gäumann (1964) sogar zu den Archimyceten gestellt -, welche durch die Ausbildung amöboider Plasmodien und durch das Fehlen von Zellwänden als intermediäre Formen zwischen Myxo- und Eumyceten gelten, tatsächlich keine enge Verwandtschaft mit den übrigen Chytridiomyceten aufweisen (vgl. auch Talbot, 1971).

Der im Vergleich zu anderen Pilzklassen sehr geringe Gehalt aller getesteten Phycomyceten an Neutralsubstanzen überhaupt (vgl. Abb. 3) und auch an Polyolen (meist erheblich weniger als 5% resp. 1% des TG) ist möglicherweise mit ihrer meist aquatischen Lebensart erklärbar und macht verständlich, weshalb das Vorkommen von Polyalkoholen in den niederen Pilzen so lange unbekannt geblieben ist.

Ribit tritt innerhalb der Gesamtheit der Pilze selten, in den Zygomyceten, insbesondere in den Mucoraceen und eng verwandten Familien (vgl. Zycha et al., 1969), jedoch gehäuft auf, enthalten doch Z. moelleri, M. miehei, A. elegans und M. rammaniana diesen Pentit (vgl. IV.2. und Abb. 4 sowie Pfyffer und Rast, 1980). Ribitakkumulation, neuestens auch in Circinella mucoroides, C. muscae, C. rigida, C. simplex, C. umbellata sowie in Syncephalastrum racemosum beobachtet (Curtis et al., 1980), darf entgegen der Meinung dieser Autoren aber keinesfalls als Exklusivmerkmal der Mucorales gewertet werden, da der Aldit einerseits innerhalb diesen nicht konstant auftritt (M. rouxii, P. blakesleanus und R. stolonifer sowie M. mucedo und R. oligosporus synthetisieren keinen Ribit: vgl. IV.2. sowie Pfyffer, 1976), anderseits - wohl als Konvergenz zu deuten - auch bei höheren Pilzen gefunden worden ist (vgl. Einleitung).

Die Totalmenge neutraler Substanzen - sie beträgt 1-7% des TG bei den Phycomyceten und 2-26% bei den höheren Pilzen (vgl. Tab. 13 sowie Abb. 3) - derjenigen der gesamten Polyolfraktion gleichzustellen, wäre falsch, da jene wahrscheinlich stets Trehalose enthält. Das aus höheren Pilzen bestens bekannte Disaccharid (vgl. IV.1.) tritt auch in Phycomyceten in nennenswertem Ausmass auf, so in A. tragopogonis (Long und Cooke, 1974), P. parasitica (Thornton und Cooke, 1974), P. cactorum (Bokhary und Cooke, 1974) sowie in A. elegans, B. emersonii und M. mucedo (Pfyffer, 1976).

Es ist naheliegend, dass der Versuch, Pilze mittels des Polyolvorkommens, d.h. aufgrund der Merkmale P_0 , P_1 und P_2 (s. oben), zu klassifizieren, nur dann phylogenetisch relevant sein kann, wenn das Muster der Zuckeralkohole einer Art zumindest eine gewisse Konstanz aufweist. Nun ist zwar bekannt, dass die C-Quelle die Polyolzusammensetzung beeinflussen kann, wie dies bei Hefen (vgl. Onishi, 1960; Onishi und Suzuki, 1966; 1968; 1970; Tabuchi und Hara, 1973) und wenigen filamentösen Pilzen wie C. purpurea, P. terrestris und S. sclerotiorum (Vining und Taber, 1964; Wright und Le Tourneau, 1965; Wang und Le Tourneau, 1971) angetroffen wird. Bei einer kritischen Betrachtung dieser Befunde kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass es sich beim Auftreten "neuer" Zuckeralkohole möglicherweise um Extraktionsartefakte, d.h. um nicht metabolisierte Kohlenhydrate aus dem Medium, handelt, wie von P. terrestris beschrieben. Keine qualitativen Veränderungen des Polyolmusters wurden hingegen in G. candidum, P. chrysogenum und D. salina beobachtet (Chang und Li, 1964; Ballio et al.,

1964; Holligan und Jennings, 1972). Ein Gleiches gilt auch für die Zuckeralkohole in A. bisporus, P. italicum, Z. moelleri (vgl. V.1. sowie Abb. 7a-7i) und selbst für das hier festgestellte Vorkommen grösserer Mengen von Mannit in M. rouxii nach Wachstum auf der unter natürlichen Verhältnissen kaum in substantieller Quantität verfügbaren Ribose, synthetisiert doch der auf Glucose kultivierte Organismus ebenfalls Mannit, wenn auch nur in Spuren (vgl. Abb. 8a, 8b). Einzige Ausnahme stellt die Bildung von Ribit dar; dies braucht aber nicht zu erstaunen, da die Fähigkeit zur Ribitsynthese möglicherweise vielen Mucorales inhärent ist (vgl. Pfyffer und Rast, 1980, sowie IV.2.).

Der Vergleich der Polyolmuster verschiedener Erscheinungsformen ein und desselben Pilzes zeigt, dass Sporen und Mycel i. allg. mehrere Zuckeralkohole, Fruchtkörper hingegen häufig nur einen Aldit, d.h. Mannit, synthetisieren (vgl. V.2. sowie Abb. 9a-9c), was vielleicht auf eine Reduktion der Bedeutung des Polyolstoffwechsels in diesem Entwicklungsstadium schliessen lässt. Diese Beobachtung kann auch die weit verbreitete, aufgrund der vorliegenden Untersuchungen aber nur beschränkt richtige Annahme erklären, wonach in höheren Pilzen fast ausschliesslich Mannit und/oder Arabit auftreten (vgl. Einleitung sowie Lewis und Smith, 1967a; Smith et al., 1969).

Obwohl die Taxonomie von Pilzen immer noch vorwiegend auf morphologischen Unterschieden basiert (Hall, 1969; Talbot, 1971), sind eine ganze Reihe chemischer Merkmale, wie Zellwandzusammensetzung (Bartnicki-Garcia, 1968; vgl. Abb. 11: Merkmal Z), Assoziationsmuster an der Tryptophansynthese beteiligter Enzyme (Hütter und DeMoss, 1967; vgl. Abb. 11: Merkmal T), Lysinsyntheseweg (Vogel, 1965; vgl. Abb. 11: Merkmal L) und molarer G/C-Anteil der DNS (Storck, 1966), bekannt geworden, die zur Abgrenzung und Charakterisierung einzelner Taxa sowie zur phylogenetischen Analyse dienen können. Da eine auf dem Polyolmuster basierende Taxonomie Gruppen ergibt (vgl. Abb. 11: Merkmale P_0 , P_1 , P_2), welche mit anderen, aufgrund von klassischen Merkmalen abgegrenzten Taxa (vgl. Gäumann, 1964) koinzidieren, kommt der Bestimmung des Polyolmusters von Arten fraglicher systematischer Stellung ein hoher Diagnosewert zu (s. oben), dies umso mehr, als die Verteilung des Zuckeralkoholmerkmals mit derjenigen anderer chemischer Charakteristika der Eumyceten übereinstimmt (vgl. Abb. 11).

Durch das Fehlen von Polyolen stellen die Oomyceten eine völlig isolierte Gruppe innerhalb der Eumyceten dar (vgl. Tab. 22, Tab. 27 sowie Abb. 11:

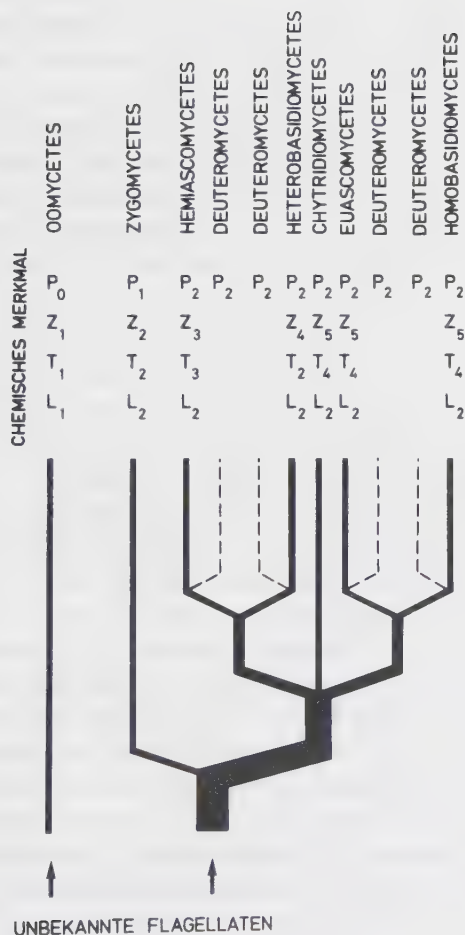


Abb. 11: Aufgrund klassischer und chemischer Kriterien erstellter Stammbaum der Eumyceten. Chemische Charakteristika: Polyolmuster (Merkmale P₀, P₁, P₂: Pfyffer (diese Arbeit)); Zellwandzusammensetzung (Z₁, Z₂, Z₃, Z₄, Z₅: Bartnicki-Garcia, 1970); Sedimentationsmuster an der Tryptophansynthese beteiligter Enzyme (T₁, T₂, T₃, T₄: Hütter und DeMoss, 1967); Lysinsyntheseweg (L₁, L₂: Vogel, 1965)

Merkmal P_0), deren Exklusivität auch aufgrund anderer Merkmale längst bekannt ist (vgl. Bresinsky, 1977). Ihre morphologische und vor allem auch chemische Verschiedenheit (s. auch unten), die sich u.a. im Molekulargewicht der RNS (Lovett und Haselby, 1971), im gehäuften Vorkommen von Hydroxyprolin in den Zellwandproteinen (Aronson und Fuller, 1969), im Auftreten von Histonen (vgl. Ragan und Chapman, 1978) sowie in der Synthese von 24-Methylencholesterol und Fucosterol (McCorkindale, 1976) äussert, unterstützen den Vorschlag (Martin, 1968; Bu'Lock und Osagie, 1976), diese Pilzgruppe den Algen zuzuordnen.

In der Tatsache, dass die Zygomyceten Zuckeralkohole synthetisieren - wenn auch in beschränktem Ausmass (vgl. Tab. 27 sowie Abb. 11: Merkmal P_1) - ist nebst der Art der Lysinbildung und der Uebereinstimmung gewisser Zellwandkomponenten mit den übrigen, höheren Pilzen (vgl. unten) ein weiteres einerseits diesen Organismen, anderseits den Chytridio-, Asco- und Basidiomyceten gemeinsames chemisches Merkmal gefunden worden, das auf die oft propagierte monophyletische Herkunft aller Eumyceten, mit Ausnahme der Oomyceten, schliessen lässt (vgl. Savile, 1968; Bartnicki-Garcia, 1970; Ragan und Chapman, 1978, sowie Abb. 11). Der grosse Unterschied in der Ausprägung des Polyolmusters - Mannit tritt nicht als Hauptkomponente auf - sowie in anderen chemischen Kriterien (vgl. Abb. 11: Merkmale Z und T) deuten jedoch auf eine frühe Segregation der Zygomyceten vom Hauptstamm hin. Das Polyolmuster von *C. immitis* mit dem bemerkenswerten Vorkommen von Mannit passt indessen nicht in das gewonnene Bild der Alditverbreitung bei Zygomyceten und bedarf so einer Erklärung. Es fragt sich, ob dieser Organismus aufgrund seines Polyolmusters überhaupt ein Zygomycet ist. Tatsächlich ist diese Art bereits aufgrund seiner Hyphenstruktur (Emmons et al., 1977), der Ausbildung von Woronin-Bodies (Kwon-Chung, 1969) und der Art der Arthrosporenbildung (Cutler und Erke, 1971) verschiedentlich den höheren Pilzen zugeordnet worden (vgl. Einleitung). Für eine Interpretation des Auftretens von Mannit in *M. rouxii* bei Wachstum auf Ribose vgl. oben.

Die Dominanz von Mannit in den beiden Chytridiomyceten (vgl. Abb. 11: Merkmal P_2) steht in krassem Gegensatz zu den Verhältnissen bei den übrigen geprüften Phycomyceten und unterstreicht so deren übliche Sonderstellung innerhalb der niederen Pilze. Gestützt wird diese Beobachtung durch weitere chemische Merkmale. So zeichnen sich die verschiedenen Klassen der Phycomyceten durch spezifische Kombinationen von Wandpolymeren aus (z.B. Zellu-

Iose/ β -Glucan bei Oomyceten und Chitin/Chitosan bei Zygomyceten: vgl. Bartnicki-Garcia, 1968). Einzig die Chytridiomyceten zeigen mit dem Vorkommen von Chitin Gemeinsamkeiten mit den Asco- und Basidiomyceten (vgl. Bartnicki-Garcia, 1970), aber auch - dies aufgrund ihres Polyolmusters (Abb. 11: Merkmal P_2) und der teilweise bekannten systematischen Zugehörigkeit ihrer perfekten Stadien - mit den Deuteromyceten. Ebenso stimmen die Sedimentationseigenschaften diverser an der Tryptophansynthese beteiligter Enzyme dieser Pilzgruppen überein (vgl. Abb. 11: Merkmal T). Diese Befunde unterstützen die Vermutung, dass die Chytridio-, Asco- und Basidiomyceten der gleichen phylogenetischen Linie angehören und die Vorläufer der höheren Pilze nicht bei den Zygomyceten (Gäumann, 1964; Barr, 1976), sondern eher bei den Chytridiomyceten oder deren Ahnen zu suchen sind (vgl. hierzu auch Bartnicki-Garcia, 1970; Müller, 1977, sowie Abb. 11), was die heute ohnehin umstrittene Theorie einer möglichen Evolution der Ascomyceten aus den Rotalgen (Bessey, 1950) noch mehr diskreditiert. Aus der hier verfügbaren Information geht jedoch nicht hervor, ob sich Basidiomyceten von Ascomyceten - wie häufig angenommen (Gäumann, 1964; Raper und Flexer, 1971) - oder direkt von Ahnen der Chytridiomyceten herleiten.

Wohl unterscheiden sich die aufgrund ihrer Morphologie Taphrina nahe stehenden Hemiasco- und Heterobasidiomyceten (vgl. Raper und Flexer, 1971) zwar teilweise in chemischer Hinsicht von den übrigen höheren Pilzen (vgl. Abb. 11: Merkmale Z und T), nicht aber in der Art ihres Polyolmusters, des Lysinsyntheseweges (vgl. Abb. 11: Merkmale P_2 und L) und im Auftreten chitinartiger Komponenten in ihren Zellwänden. Die auf klassischen Merkmalen basierende Annahme, dass sich diese beiden Pilzgruppen von der Hauptlinie abgespalten haben, findet somit auch in der Ausprägung chemischer Eigenheiten Bestätigung.

Die hier ermittelte systematische Verbreitung von Zuckeralkoholen überhaupt sowie die Kenntnis der Zusammensetzung des Polyolmusters der Vertreter verschiedener Pilzgruppen sind vielleicht nicht nur vom phylogenetischen, sondern auch vom chemotherapeutischen Standpunkt aus von heuristischem Wert. Zieht man nämlich einerseits die potentiellen Funktionen des Mannits (vgl. Einleitung) und seine Rolle bei der Aufrechterhaltung der bei phytopathogenen Organismen zwischen Wirt und Parasit notwendigen chemischen Potentialdifferenz bezüglich translozierter Kohlenhydrate

(Smith et al., 1969) in Betracht, anderseits die Möglichkeit, Mannitoldehydrogenasen (die sowohl synthetisch als auch katabolisch wirken können) durch spezifisch auf das Enzym passende Rezeptoren zu hemmen (vgl. hierzu Ruffner et al., 1978), so ist mit der vorliegenden Arbeit auch gleichzeitig ein Hinweis auf das biologische Aktionsspektrum derartiger Substanzen gewonnen worden. Demzufolge wären Asco- und Basidiomyceten (inkl. Fungi Imperfecti) sowie Chytridiomyceten (vgl. Abb. 11) solchen Fungiziden gegenüber suszeptibel, während Zygomyceten kaum und Oomyceten überhaupt keine Beeinträchtigung erführen. Zur selektiven Bekämpfung der Zygomyceten schliesslich wäre die Ribitoldehydrogenase als "Target" in Erwägung zu ziehen.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit umfasst eine kritische Betrachtung der chromatographischen Verfahren zur Separation und Identifikation von Zuckeralkoholen, Polyolanalysen von Sporen und Fruchtkörpern höherer Pilze und des Myceliums von 30 Vertretern der Phyco-, Asco-, Deutero- und Basidiomyceten sowie eine chemotaxonomische Auswertung der Ergebnisse der eigenen Untersuchungen und sämtlicher Angaben aus der Literatur mittels EDV. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Studie sind:

1. Die Dünnschichtchromatographie (DC) auf Kieselgel erlaubt im Unterschied zur Papierelektrophorese (PE) eine gute Trennung von Polyolen verschiedener Kettenlänge, nicht aber isomerer Zuckeralkohole. Dies ist jedoch mittels PE möglich. Mischungen von Dulcit/Sorbit bei DC sowie von Arabit/Mannit und Xylit/Sorbit bei PE lassen sich dagegen überhaupt nicht trennen, denn der t-Test ($\alpha = 0,01$) zeigt, dass die R_G - bzw. M_{RI} -Werte der respektiven Kombinationspartner bei Separation durch DC bzw. PE nicht signifikant verschieden sind. Die Lokalisierung der Analysenkomponenten durch Sprühreagentien ist nach PE im Vergleich zur DC relativ unempfindlich (Nachweisgrenze: 2-5 μg resp. 0,5 μg). Als beste Methode zur Trennung von Polyolmischungen erwies sich die Gaschromatographie (GC) mit 3% SP-2340 auf Supelcoport (100-120 U.S. mesh), erlaubt sie doch unter den gewählten Bedingungen eine perfekte Separation und Identifikation der Acetate sämtlicher bisher bekannter acyclischer Zuckeralkohole von Pilzen. Das mittels t-Test ($\alpha = 0,05$) überprüfte Quantitierungsverfahren ergibt eine untere Nachweisgrenze für Aldite von ca. 0,01% des Trockengewichtes (TG) eines Pilzes, welche bei manueller Integration noch um den Faktor 10 erniedrigt werden kann.
2. Mannit, Arabit und Glycerin sind die in Pilzen am häufigsten vorkommenden Zuckeralkohole. Von den andern in Eumyceten seltenen Polyolen konnten in der vorliegenden Studie nur Threit und Sorbit, und zwar in Chaetomium elatum resp. Endothia parasitica und Pleurotus ostreatus, gefunden werden (für Ribit vgl. unter 3.).
3. Die bekannte morphologische Heterogenität der bis anhin nicht auf Zuckeralkohole untersuchten Gruppe der Phycomyceten findet in der

Zusammensetzung ihres Polyolmusters ihr chemisches Pendant: während die Oomyceten Achlya radiosa und Phytophthora cinnamomi frei von Polyolen sind, beinhaltet die Neutralfraktion aller untersuchten Zygomyceten ausnahmslos Glycerin. Mortierella rammaniana, Actinomucor elegans, Mucor miehei und Zygorhynchus moelleri sind zusätzlich durch das Auftreten von Ribit charakterisiert. Andere Aldite kommen in den Mucorales höchst selten vor. Bei den Chytridiomyceten Allomyces arbusculus und Blastocladiella emersonii dominiert der Mannit das Polyolmuster.

4. Asco-, Deutero- und Basidiomyceten zeichnen sich generell durch eine bemerkenswerte Vielfältigkeit ihres Polyolmusters aus, wobei Mannit stets die Hauptkomponente der Zuckeralkoholfraction darstellt.
5. Die Phycomyceten weisen allgemein niedrige Alditgehalte (weniger als 1% des TG) auf; sehr hohe Werte wurden in phytopathogenen Asco- und Deuteromyceten, nämlich in E. parasitica, Penicillium oxalicum und Alternaria tenuissima (21%, 15% resp. 13% des TG), beobachtet.
6. Das Polyolmuster von Agaricus bisporus, Penicillium italicum und Zygorhynchus moelleri wird durch die C-Quelle des Mediums nur quantitativ beeinflusst. Eine Ausnahme scheint allerdings bei Wachstum von Mucor rouxii auf Ribose vorzuliegen, welche bei diesem Organismus - im Unterschied zu P. italicum - die Bildung von Ribit induziert.
7. Von der Gesamtheit der bezüglich des Alditvorkommens untersuchten Spezies lassen sich aufgrund der drei Differentialmerkmale P_0 (keine Polyole vorhanden), P_1 (kein Mannit vorhanden oder dann nicht die Hauptkomponente darstellend) und P_2 (Mannit als Hauptkomponente der Polyolfraction) Taxa bilden, welche mit den nach klassischen Gesichtspunkten abgegrenzten Gruppen der Oomyceten (P_0), Zygomyceten (P_1) resp. Chytridio-, Asco-, Deutero- und Basidiomyceten (P_2) koinzidieren. Der Bestimmung des Polyolmusters kommt demzufolge ein hoher Diagnosewert für die Einordnung von Arten fraglicher systematischer Stellung sowie zur Aufdeckung phylogenetischer Relationen zu.

DANK

Frau Prof. Dr. D. Rast möchte ich meinen herzlichen Dank aussprechen für die lehrreichen und inspirierenden Fachgespräche, das stete Interesse am Fortschreiten dieser Arbeit sowie für die Mühe, die sie sich bei der Bereinigung des Manuskripts gegeben hatte. Ebenso danke ich Herrn Dr. H.P. Ruffner für willkommene Anregungen und wertvolle Ratschläge bei der Durchführung der Versuche, Herrn Prof. Dr. H. Le Roy (ETHZ) für seine detaillierten Erläuterungen zur Statistik, Herrn H. Frohofer für die Ausführung analytischer Untersuchungen, den Herren Prof. Dr. J. Schlittler und R. Huber für die Bestimmung einzelner Pilze sowie den Herren Prof. Dr. E. Müller (ETHZ), Dr. G. Bazzigher (EAFV) und Dr. P. Zobrist (c/o R. Maag AG, Dielsdorf) für Stammkulturen. Herrn Dr. W. Egger danke ich für photographische Instruktionen.

Besonderer Dank gebührt auch meinem Mann Bernhard für die Hilfe bei der Realisierung der EDV-Auswertung des chemosystematischen Teils dieser Arbeit sowie dem Kanton Luzern für die kostenlose Ueberlassung des IBM-Computers.

Die vorliegende Arbeit wurde dank der finanziellen Beiträge des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Projekt Nr. 3.001-076) ermöglicht.

IX. LITERATURVERZEICHNIS

- Abdel-Akher, M., Hamilton, J.K., and Smith, F. 1951. The reduction of sugars with sodium borohydride. J. Amer. Chem. Soc. 73, 4691-4692.
- Adomako, D., Kaye, M.A.G., and Lewis, D.H. 1971. Carbohydrate metabolism in Chaetomium globosum. I. Cellular carbohydrates of resting mycelium and their changes following utilization of hexoses. New Phytol. 70, 51-59.
- Ainsworth, G.C. 1971. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
- Aitken, W.B. and Niederpruem, D.J. 1970. Ultrastructural changes and biochemical events in basidiospore germination of Schizophyllum commune. J. Bacteriol. 104, 981-988.
- Albersheim, P., Nevins, D.J., English, P.D., and Karr, A. 1967. A method for the analysis of sugars in plant-cell wall polysaccharides by gas-liquid chromatography. Carbohyd. Res. 5, 340-345.
- Allaway, A.E. and Jennings, D.H. 1970. The influence of cations on glucose transport and metabolism by, and loss of sugar alcohols from, the fungus Dendryphiella salina. New Phytol. 69, 581-593.
- Ambrose, D. 1971. Gas Chromatography, 2nd edn., Butterworths & Co., London.
- Angelé, H.P. 1964. Gaschromatographische Analyse der Polyole. Dissertation, Karl-Marx-Universität Leipzig.
- Angyal, S.J. and McHugh, D.J. 1957. Paper ionophoresis, complex formation with borate, and the rate of periodic acid oxidations. J. Chem. Soc. 51, 1423-1431.
- Aronson, J.M. and Fuller, M.S. 1969. Cell wall structure of the marine fungus, Atkinsiella dubia. Arch. Microbiol. 68, 295-305.
- Avellini, P., Damiani, P., and Burini, R. 1977. Fluorometric determination of glycerol in wine - comparison with other known procedures. J. Ass. Offic. Anal. Chem. 60, 536-540.
- Badreau, J. 1921. The determination of D-mannitol. Amer. Chem. Abstr. 16, 38.
- Ballio, A., di Vittorio, V., and Russi, S. 1964. The isolation of trehalose and polyols from the conidia of Penicillium chrysogenum Thom. Arch. Biochem. Biophys. 107, 177-183.
- Barker, S.A. 1955. Acyclic sugar alcohols. In: Modern Methods of Plant Analysis (K. Paech and M.V. Tracey, Eds.), Vol. II, pp. 55-92. Springer, Berlin.
- Barker, S.A., Gomez-Sanchez, A., and Stacey, M. 1958. Studies of Aspergillus niger. X. Polyol and disaccharide production from acetate. J. Chem. Soc. 2583-2586.
- Barr, M.E. 1976. Perspectives in the Ascomycotina. Mem. The New York Bot. Gard. 28, 1-8.
- Bartnicki-Garcia, S. 1968. Cell wall chemistry, morphogenesis, and taxonomy of fungi. Annu. Rev. Microbiol. 22, 87-108.

- Bartnicki-Garcia, S. 1970. Cell wall composition and other biochemical markers in fungal phylogeny. In: *Phytochemical Phylogeny* (J.B. Harborne, Ed.), pp. 81-103. Academic Press, London.
- Belue, G.P. 1974. High-pressure liquid chromatography of polyhydric alcohols on silica gel columns. *J. Chromatog.* 100, 233-235.
- Berry, D.R. 1975. The environmental control of the physiology of filamentous fungi. In: *The Filamentous Fungi* (J.E. Smith and D.R. Berry, Eds.), Vol. I, pp. 16-32. Edward Arnold, London.
- Bertram, S.H. and Rutgers, R. 1938. The estimation of glycerol and some other hydroxylated compounds. *Rec. trav. chim.* 57, 681-687.
- Bessey, E.A. 1950. *Morphology and Taxonomy of Fungi*. Hafner, New York.
- Birkinshaw, J.H., Charles, J.H.V., Hetherington, A.C., and Raistrick, H. 1931. Studies in the biochemistry of micro-organisms. IX. On the production of mannitol from glucose by species of *Aspergillus*. *Trans. Roy. Soc. Lond.* 220 B, 153-171.
- Birkinshaw, J.H. and Raistrick, H. 1931. Studies in the biochemistry of micro-organisms. XVII. The products of glucose metabolism formed by various species of fungi. *Trans. Roy. Soc. Lond.* 220 B, 331-354.
- Birkinshaw, J.H., Stickings, C.E., and Tessier, P. 1948. Biochemistry in the wood-rotting fungi. V. The production of D-threitol (L-erythritol) by *Armillaria mellea* (Vahl) Quéf. *Biochem. J.* 42, 329-332.
- Bishop, C.T. 1964. Gas-liquid chromatography of carbohydrate derivatives. *Adv. Carbohydr. Chem.* 19, 95-147.
- Blakeley, E.R. and Spencer, J.F.T. 1962. Studies on the formation of D-arabitol by osmophilic yeasts. *Canad. J. Biochem. Physiol.* 40, 1737-1748.
- Blumenthal, H.J. 1965. Carbon metabolism. In: *The Fungi* (G.C. Ainsworth and A.S. Sussman, Eds.), Vol. I, pp. 229-268. Academic Press, New York.
- Blumenthal, H.J. 1976. Reserve carbohydrates in fungi. In: *The Filamentous Fungi* (J.E. Smith and D.R. Berry, Eds.), Vol. II, pp. 292-307. Edward Arnold, London.
- Bokhary, H.A. and Cooke, R.C. 1974. Translocation of (^{14}C) glucose by *Phytophthora cactorum*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 63, 535-540.
- Bonnet, J.-L. 1959. Application de la chromatographie sur papier à l'étude de divers champignons (Basidiomycètes-Hyménomycètes). Thèse (Pharm.), Univ. Paris.
- Boonsaeng, V., Sullivan, P.A., and Sheperd, M.G. 1976. Mannitol production in fungi during glucose catabolism. *Canad. J. Microbiol.* 22, 808-816.
- Boothroyd, B., Thorn, J.A., and Haskins, R.H. 1956. Biochemistry of the Ustilaginales. *Canad. Biochem. Physiol.* 34, 10-14.
- Bourquelot, E. 1889. Les hydrates de carbone chez les champignons. *Bull. Soc. Mycol. Fr.* 5, 132-163.
- Bourquelot, E. 1891. Sur la présence et la disparition du tréhalose dans l'agaric poivré (*Lactarius piperatus*). *Bull. Soc. Mycol. Fr.* 7, 5-9.

- Braconnot, H. 1811. Recherches analytiques sur la nature des champignons. Ann. Chim. 79, 265-304.
- Bray, G.A. 1960. A simple efficient liquid scintillator for counting aqueous solutions in a liquid scintillation counter. Anal. Biochem. 1, 279-285.
- Bresinsky, A. 1977. Chemotaxonomie der Pilze. In: Beiträge zur Biologie der niederen Pflanzen (W. Frey, H. Hurka und F. Oberwinkler, Hrsg.), pp. 25-42. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Britton, H.G. 1959. The detection of carbohydrates with silver in the presence of borate. Biochem. J. 73, 19 P.
- Brown, A.D. and Simpson, J.R. 1972. Water relations of sugar-tolerant yeasts: the role of intracellular polyols. J. Gen. Microbiol. 72, 589-591.
- Bu'Lock, J.P. and Osagie, A.U. 1976. Sterol biosynthesis via cycloartenol in Saprolegnia. Phytochemistry 15, 1249-1251.
- Burchfield, H.P. and Storrs, E.E. 1962. Biochemical Applications of Gas Chromatography. Academic Press, New York.
- Burger, A., Prinzing, A., und Reisener, H.J. 1972. Untersuchungen über den Glucosestoffwechsel keimender Uredosporen von Puccinia graminis var. tritici. Arch. Mikrobiol. 83, 1-16.
- Chang, S.-C. and Li, K.-H. 1964. Identification of D-mannitol in Geotrichum candidum Linh. and the mechanism of its formation. Sci. Sinica 13, 621-630.
- Cifonelli, J.A. and Smith, F. 1954. Detection of glycosides and other carbohydrate compounds on paper chromatography. Analyt. Chem. 26, 1132-1134.
- Cochrane, V.W. 1958. Physiology of Fungi. John Wiley, New York.
- Cochrane, V.W., Cochrane, J.C., Collins, C.B., and Serafin, F.G. 1963. Spore germination and carbon metabolism in Fusarium solani. II. Endogenous respiration in relation to germination. Amer. J. Bot. 50, 806-814.
- Cooke, R.C. and Mitchell, D.T. 1969. Sugars and polyols in sclerotia of Claviceps purpurea, C. nigricans, and Sclerotinia cureyana during germination. Trans. Brit. Mycol. Soc. 52, 356-372.
- Corbett, K., Dickerson, A.G., and Mantle, P.G. 1975. Metabolism of the germinating sclerotium of Claviceps purpurea. J. Gen. Microbiol. 90, 55-68.
- Corina, D.L. and Munday, K.A. 1971. Studies on polyol function in Aspergillus clavatus: a role for mannitol and ribitol. J. Gen. Microbiol. 69, 221-227.
- Cotter, U.A. and Niederpruem, D.J. 1971. Nutritional and temporal control of arabitol and mannitol accumulation in Geotrichum. Arch. Microbiol. 76, 65-73.
- Coyne, F.R. and Raistrick, H. 1931. Studies in the biochemistry of micro-organisms. XX. On the production of mannitol from hexoses and pentoses by a white species of Aspergillus. Biochem. J. 25, 1513-1521.
- Crowell, E.P. and Burnett, B.B. 1967. Determination of the carbohydrate composition of wood pulps by gas chromatography of the alditol acetates.

Analyt. Chem. 39, 121-124.

- Curtis, F.C., Lewis, D.H., and Cooke, R.C. 1980. Distribution of a pentitol in the Mucorales. Trans. Brit. Mycol. Soc. (im Druck).
- Cutler, J.E. and Erke, K.H. 1971. Ultrastructural characteristics of Coccidioides immitis, a morphological variant of Cryptococcus neoformans and Podosypha ravenelii. J. Bacteriol. 105, 438-444.
- Daly, J.M., Knoche, H.W., and Wiese, M.V. 1967. Carbohydrate and lipid metabolism during germination of uredospores of Puccinia graminis tritici. Plant Physiol. 42, 1633-1642.
- Darvill, A.G., Roberts, D.P., and Hall, M.A. 1975. Improved gas-liquid chromatographic separation of methylated acetylated alditols. J. Chromatog. 115, 319-324.
- Deinema, M.H. and Landheer, C.A. 1960. Extracellular lipid production by a strain of Rhodotorula graminis. Biochim. Biophys. Acta 37, 178-179.
- Dominguez, X.A., Butruille, D., Zamudio, A., Reyes, C., et Castillo, J.T. 1972. Ergosterol and L-mannitol dans des champignons parasites. Phytochemistry 11, 2616.
- Dütsch, G.A. 1971. Biogenese von Mannit und ihre physiologische Bedeutung in Agaricus bisporus. Dissertation, Universität Zürich.
- Dütsch, G. und Rast, D. 1969. Biosynthese von Mannitol in Agaricus bisporus. Arch. Mikrobiol. 65, 195-207.
- Dütsch, G. und Rast, D. 1972a. Ueber die Rolle der Mannitbildung in Agaricus bisporus. Mushroom Sci. 8, 387-397.
- Dütsch, G. und Rast, D. 1972b. Biochemische Beziehung zwischen Mannitbildung und Hexosemonophosphatzzyklus in Agaricus bisporus. Phytochemistry 11, 2677-2681.
- Dütsch, G.A., Schatzmann, H., and Rast, D.M. (in Vorbereitung). A synthetic medium for the growth of Agaricus bisporus in submerged culture.
- Edmundowicz, J.M. and Wriston, J.C. 1963. Mannitol dehydrogenase from Agaricus campestris. J. Biol. Chem. 238, 3539-3541.
- Edwards, H.H. and Allen, P.J. 1966. Distribution of the products of photosynthesis between powdery mildew and barley. Plant Physiol. 41, 683-688.
- Emerson, R. 1941. An experimental study of the life cycles and taxonomy of Allomyces. Lloydia 4, 77-143.
- Emmons, C.W. 1942. Isolation of Coccidioides immitis from soil and rodents. Pub. Health Rept. 57, 109-117.
- Emmons, C.W., Binford, C.H., Utz, J.P., and Kwon-Chung, K.J. 1977. Medical Mycology, 3rd edn. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Ergle, D.R. 1948. The carbohydrate metabolism of germinating Phymotrichum sclerotia with special reference to glycogen. Phytopathology 38, 142-151.
- Ettre, L.S. 1963. Possibilities of investigating and expressing column efficiencies. J. Gas Chromatogr. 1, 36-47.
- Fink, H. und Just, F. 1938. Zur Biochemie der Torula utilis. 1. Mit-

- teilung: die Auffindung von Dulcitol in Holzzuckerhefe. *Biochem. Z.* 296, 306-314.
- Frahn, J.L. 1964. Paper ionophoresis of carbohydrates. II. Detection of non-reducing compounds in sodium arsenite. *Aust. J. Chem.* 17, 274-276.
- Frahn, J.L. and Mills, J.A. 1959. Paper ionophoresis of carbohydrates. I. Procedures and results for four electrolytes. *Aust. J. Chem.* 12, 65-89.
- Frèrejacque, M. 1939a. Le mannitol chez les champignons. *Rev. Mycol.* 4, 88-97.
- Frèrejacque, M. 1939b. Présence du d-arabitol dans Fistulina hepatica. *C.R. Acad. Sci. (Paris)* 208, 1123-1124.
- Frèrejacque, M. 1943. Sur la présence de l'arabitol dans Boletus bovinus L. *C.R. Acad. Sci. (Paris)* 217, 251-252.
- Galarraga, J.A., Neill, K.G., and Raistrick, H. 1955. Studies in the biochemistry of micro-organisms. XCVI. The colonizing matters of Penicillium herquei Bainier & Sartory. *Biochem. J.* 61, 456-464.
- Gäumann, E.A. 1964. *Die Pilze*, 2. Aufl. Birkhäuser, Basel.
- Gaunt, R.E. and Manners, J.G. 1973. The production of trehalose and polyols by Ustilago nuda in culture and their utilization in healthy and infected wheat plants. *New Phytol.* 72, 321-327.
- Ginnis, G.D. and Fang, P. 1977. The separation of substituted carbohydrates by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatog.* 130, 181-187.
- Grado, C. and Ballou, C.E. 1961. myo-Inositol phosphates obtained by alkaline hydrolysis of beef brain phosphoinositide. *J. Biol. Chem.* 236, 54-60.
- Graham, H.D. 1963. Reaction of sugar alcohols with the Anthrone reagent. *Food Sci.* 28, 440-444.
- Grégoire, P.E. 1949. Présence de mannitol dans le mycelium d'Aspergillus elegans gasperrini. *Bull. Soc. Chim. Biol.* 31, 801-803.
- Griffin, P.F.S., Brennan, P.J., and Lösel, D.M. 1970. Free lipids and carbohydrates of Agaricus bisporus mycelium. *Biochem. J.* 119, 11P-12P.
- Gunner, S.W., Jones, J.K.N., and Perry, M.B. 1961. The gas-liquid partition chromatography of carbohydrate derivatives. I. The separation of glycitol and glycol acetates. *Canad. J. Chem.* 39, 1892-1899.
- Hajny, G.J., Hendershot, W.F., and Peterson, W.H. 1960. Factors affecting glycerol production by a newly isolated osmophilic yeast. *Appl. Microbiol.* 8, 5-11.
- Hajny, G.J., Smith, J.H., and Garver, J.C. 1964. Erythritol production by a yeastlike fungus. *Appl. Microbiol.* 12, 240-246.
- Hall, R. 1969. Molecular approaches to taxonomy of fungi. *Bot. Rev.* 35, 285-304.
- Hammond, J.B.W. and Nichols, R. 1976. Carbohydrate metabolism in Agaricus bisporus (Lange) Sing.: changes in soluble carbohydrates during growth of the mycelium and sporophore. *J. Gen. Microbiol.* 93,

309-320.

- Hatsuda, Y. and Kuyama, S. 1956. Metabolic products of Aspergillus versicolor. Chem. Abstr. 50, 15 522.
- Hattori, K. and Suzuki, T. 1974. Large scale production of erythritol and its conversion to D-mannitol production by n-alkane grown Candida zeylanoides. Agr. Biol. Chem. (Jap.) 38, 1203-1207.
- Hattori, K. and Suzuki, T. 1975. Enzymatic studies on the conversion of erythritol fermentation to D-mannitol fermentation in n-alkane-grown yeast Candida zeylanoides. Agr. Biol. Chem. (Jap.) 39, 57-61.
- Hawker, L.E. and Madelin, M.F. 1976. The dormant spore. In: The Fungal Spore, Form and Function (D.J. Weber and W.M. Hess, Eds.), pp.1-70. John Wiley, New York.
- Hay, G.W., Lewis, B.A., and Smith, F. 1963. Thin-film chromatography in the study of carbohydrates. J. Chromatog. 11, 479-486.
- Hegnauer, R. Chemotaxonomie der Pflanzen. Bd. I. Birkhäuser, Basel.
- Herout, V. 1973. A chemical compound as a taxonomic character. In: Chemistry in Botanical Classification, Nobel Symposium 25 (G. Bendz and J. Santesson, Eds.), Almqvist-Wiksell, Uppsala.
- Hohl, H.R. 1975. Levels of nutritional complexity in Phytophthora: lipids, nitrogen sources and growth factors. Phytopathol. Z. 84, 18-33.
- Holligan, P.M. 1971. Routine analysis by gas-liquid chromatography of soluble carbohydrates in extracts of plant tissues. I. A review of techniques used for the separation, identification and estimation of carbohydrates by gas-liquid chromatography. New Phytol. 70, 239-269.
- Holligan, P.M. and Drew, E.A. 1971. Routine analysis by gas-liquid chromatography of soluble carbohydrates in extracts of plant tissues. II. Quantitative analysis of standard carbohydrates, and the separation and estimation of soluble sugars and polyols from a variety of plant tissues. New Phytol. 71, 271-297.
- Holligan, P.M. and Jennings, D.H. 1972. Carbohydrate metabolism in the fungus Dendryphiella salina. II. The influence of different carbon and nitrogen sources on the accumulation of mannitol and arabitol. New Phytol. 71, 583-594.
- Holligan, P.M. and Lewis, D.H. 1973. The soluble carbohydrates of Aspergillus clavatus. J. Gen. Microbiol. 75, 155-159.
- Horikoshi, K., Iida, S., and Ikeda, Y. 1965. Mannitol and mannitol dehydrogenases in conidia of Aspergillus oryzae. J. Bacteriol. 89, 326-330.
- Horitsu, H., Tomoeda, M., and Kumagai, K. 1968. Pentose metabolism in Candida utilis. IV. NADP specific polyol dehydrogenase. Agr. Biol. Chem. (Jap.) 32, 514-517.
- Horn, L.R. , Machlin, L.J., and Hamilton, J.G. 1979. Determination of xylitol in human urine by gas-liquid chromatography. J. Chromatog. 17, 538-540.
- Hütter, R. and DeMoss, J.A. 1967. Organization of the tryptophan pathway:

- a phylogenetic study of the fungi. *J. Bacteriol.* 94, 1896-1907.
- Inagaki, S. 1934. Untersuchung über Bestandteile der in Japan einheimischen Pilze (I. Mitteilung). Mannitgehalt der Pilze. *J. Pharm.Soc. Jap.* 54, 726-730.
- Ingram, J.M. and Wood, W.A. 1965. Enzymatic basis for D-arabitol production by *Saccharomyces rouxii*. *J. Bacteriol.* 89, 1186-1194.
- Jeffery, P.G. and Kipping, P.J. 1964. Gas Analysis by Gas Chromatography. Pergamon Press, London.
- Jennings, D.H. and Austin, S. 1973. The stimulatory effect of the non-metabolized sugar 3-O-methyl glucose on the conversion of mannitol and arabitol to polysaccharide and other insoluble compounds in the fungus *Dendryphiella salina*. *J. Gen. Microbiol.* 75, 287-294.
- Jones, H.G., Jones, J.K.N., and Perry, M.B. 1962. The gas-liquid partition chromatography of carbohydrate derivatives. III. The separation of amino glycoside derivatives and of carbohydrate acetal and ketal derivatives. *Canad. J. Chem.* 40, 1559-1563.
- Kiehn, T.E., Bernard, E.M., Gold, J.W.M., and Armstrong, D. 1979. Candidiasis: detection by gas-liquid chromatography of D-arabinitol, a fungal metabolite, in human serum. *Science* 206, 577-580.
- Kim, J.H., Shome, B., Liao, T., and Pierce, J.G. 1967. Analysis of neutral sugars by gas-liquid chromatography of alditol acetates: application to thyrotropic hormone and other glycoproteins. *Anal. Biochem.* 20, 258-274.
- Kitamoto, Y. and Gruen, H.E. 1976. Distribution of cellular carbohydrates during development of the mycelium and fruitbodies of *Flammulina velutipes*. *Plant Physiol.* 58, 485-491.
- Klöppel, R. und Höfer, M. 1976. Transport und Umsatz von Polyalkoholen bei der Hefe *Rhodotorula gracilis* (glutinis). I. Konstitutiver Polyalkoholtransport. *Arch. Mikrobiol.* 107, 329-334.
- Knop, H. und Schnedermann, A. 1844. Ueber den Mannit. *J. f. prakt. Chemie* 32, 411-416.
- Kratzl, K. und Silbernagel, H. 1963. Ueber das Vorkommen von Xylit im Speisepilz Champignon (*Psalliota campestris*). *Naturwissenschaften* 50, 154.
- Kreger-Van Rij, N.J.W. 1973. Endomycetales, basidiomycetous yeasts and related fungi. In: *The Fungi* (G.C. Ainsworth, F.K. Sparrow, and A.S. Sussman, Eds.), Vol. IVA. Academic Press, New York.
- Kremer, B. 1975. Separation of isomeric pentitols and hexitols by paper and thinlayer chromatography. *J. Chromatog.* 110, 171-173.
- Kwon-Chung, K.J. 1969. *Coccidioides immitis*: cytological study on the formation of the arthrospores. *Canad. J. Genet. Cytol.* 11, 43-53.
- Lahoz, R. 1967. Quantitative changes in the content of non-nitrogenous compounds during autolysis of *Aspergillus terreus*. *J. Gen. Microbiol.* 46, 451-456.
- Lahoz, R., Ballesteros, A.M., and Ibeas, J.G. 1971. Chemical and physiological changes in filamentous fungi during autolysis. X. Changes in the concentration of polyols in autolysing cultures of several

- fungi. Mycopathol. Mycol. Appl. 43, 223-228.
- Lambou, M.G. 1956. Multiple spray technique for locating sugars and polyols on the same chromatogram. *Analyt. Chem.* 28, 1261.
- Lang, K. 1974. Kohlenhydrate und Derivate. In: Beiträge zur Ernährungswissenschaft, 3. Aufl., Bd. I, pp. 11-35. Steinkopff, Darmstadt.
- Lehnhardt, W.F. and Winzler, R.J. 1968. Determination of neutral sugars in glycoproteins by gas-liquid chromatography. *J. Chromatog.* 34, 471-479.
- Leibnitz, E. und Struppe, H.G. 1970. Handbuch der Gas-Chromatographie, 2. Aufl. Akad. Verlagsgesellschaft, Geest & Portig K.-G., Leipzig.
- Lendenmann, J. 1978. Vorkommen und Bedeutung von Mannit, Trehalose und Glykogen in Sporen und Mycelium von Agaricus bisporus. Dissertation, Universität Zürich.
- Le Roy, H. 1970. Einführung in die angewandte Statistik für Forstwirte. Vorlesung ETHZ WS 1970/1971.
- Le Tournau, D. 1966. Trehalose and acyclic polyols in sclerotia of Sclerotinia sclerotiorum. *Mycologia* 58, 934-942.
- Le Tournau, D. 1974. Alcohol soluble sugars and sugar alcohols produced from glucose by Verticillium spp. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 62, 619-622.
- Lewis, D.H. and Smith, D.C. 1967a. Sugar alcohols (polyols) in fungi and green plants. I. Distribution, physiology and metabolism. *New Phytol.* 66, 143-184.
- Lewis, D.H. and Smith, D.C. 1967b. Sugar alcohols (polyols) in fungi and green plants. II. Methods of detection and quantitative estimation in plant extracts. *New Phytol.* 66, 185-204.
- Linskens, H.F. 1959. Papierchromatographie in der Botanik, 2. Aufl. Springer, Berlin.
- Lippmann, von, E.O. 1912. Ueber das Vorkommen von Trehalose, Vanillin und d-Sorbit. *Ber. dt. chem. Ges.* 45, 3431-3434.
- Lohmar, R.L. 1957. The polyols. In: *The Carbohydrates* (W. Pigman, Ed.), pp. 241-267. Academic Press, New York.
- Lohmar, R. and Goepf, R.M. 1949. The hexitols and some of their derivatives. *Adv. Carbohyd. Chem.* 4, 211-241.
- Lones, G.W. and Peacock, C. 1964. Metabolism of mannitol by Coccidioides immitis. *J. Bacteriol.* 87, 1114-1117.
- Long, D.E. and Cooke, R.C. 1974. Carbohydrate composition and metabolism of Senecio squalidus L. leaves infected with Albugo tragopogonis (Pers.) S.F. Gray. *New Phytol.* 73, 889-899.
- Lovett, J.S. and Haselby, J.A. 1971. Molecular weights of the ribosomal ribonucleic acid of fungi. *Arch. Microbiol.* 80, 191-204.
- Lowe, D.A. and Jennings, D.H. 1975. Carbohydrate metabolism in the fungus Denrdyphiella salina. V. The pattern of label in arabinol and polysaccharide after growth in the presence of specifically labelled carbon sources. *New Phytol.* 74, 67-79.
- Machlis, L. and Ossia, E. 1953. Maturation on the meiosporangia of

- Euellomyces. I. The effect of cultural conditions. Amer. J. Bot. 40, 358-365.
- Maclean, D.J. and Scott, K.J. 1976. Identification of glucitol (sorbitol) and ribitol in a rust fungus, Puccinia graminis f. sp. tritici. J. Gen. Microbiol. 97, 83-89.
- Mäkinen, K.K. 1979. Xylitol and oral health. Adv. in Food Res. 25, 137-158.
- Mandels, G.R., Vitols, R., and Parrish, F.W. 1965. Trehalose as an endogenous reserve in spores of Myrothecium verrucaria. J. Bacteriol. 90, 1589-1598.
- Martin, G.W. 1968. The origin and status of fungi (with a note on the fossil record). In: The Fungi (G.C. Ainsworth and A.S. Sussman, Eds.), Vol. III, pp. 635-648. Academic Press, New York.
- McConnell, J.E.W. and Esselen, W.B. 1947. Carbohydrates in cultivated mushrooms (Agaricus campestris). Food Res. 12, 118-121.
- McCorkindale, N.J. 1976. The biosynthesis of terpenes and steroids. In: The Filamentous Fungi (J.E. Smith and D.R. Berry, Eds.), Vol. II, pp. 369-422. Edward Arnold, London.
- Metz, J., Ebert, W. und Weicker, H. 1971. Quantitative Analyse von Neutral- und Aminosukcern mit der Gas-Liquid-Chromatographie. Chromatographia 4, 345-350.
- Mikamo, M. 1974. A sugar alcohol in Lentinus edodes (Berk.). J. Agr. Chem. Soc. Jap. 48, 69-71.
- Mitchell, D. and Shaw, M. 1968. Metabolism of glucose-¹⁴C, pyruvate-¹⁴C and mannitol-¹⁴C by Melampsora lini. II. Conversion to soluble products. Canad. J. Bot. 46, 453-460.
- Moser, M. 1963. Ascomyceten. In: Kleine Kryptogamenflora (H. Gams, Hg.), Bd. IIa. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Moser, M. 1978. Die Röhrlinge und Blätterpilze. In: Kleine Kryptogamenflora (H. Gams, Hg.), Bd. IIb/2. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Müller, D. 1937. Die Mannitdehydrase. Enzymologia 3, 26-28.
- Müller, E. 1977. Systemfragen bei Ascomyceten. In: Beiträge zur Biologie der niederen Pflanzen (W. Frey, H. Hurka und F. Oberwinkler, HrsG.), pp. 43-57. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Müller, E. und Löffler, W. 1971. Mykologie, 2. Aufl. Georg Thieme, Stuttgart.
- Nelson, G.E.N., Johnson, D.E., and Ciegler, A. 1971. Production of D-mannitol by conidia of Aspergillus candidus. Appl. Microbiol. 22, 484-485.
- Niederpruem, D.J. and Hunt, S. 1967. Polyols in Schizophyllum commune. Amer. J. Bot. 54, 241-245.
- Oades, J.M. 1967. Gas-liquid chromatography of alditol acetates and its application to the analysis of sugars in complex hydrolysates. J. Chromatog. 28, 246-252.
- Oades, J.M., Kirkman, M.A., and Wagner, G.H. 1970. The use of gas-liquid chromatography for the determination of sugars extracted from soils by sulfuric acid. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 34, 230-240.
- Obaton, M. 1932. Le mannitol, aliment de choix pour le Sterigmatocystis

- nigra. C.R. Acad. Sci. (Paris) 194, 302-304.
- Oberwinkler, F. 1977. Das neue System der Basidiomyceten. In: Beiträge zur Biologie der niederen Pflanzen (W. Frey, H. Hurka und F. Oberwinkler, Hrsg.), pp. 59-106. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Onishi, H. 1960. Studies on osmophilic yeasts. VII. Polyalcohol production by various genera and species of yeasts. Bull. Agr. Chem. Soc. Jap. 24, 131-140.
- Onishi, H. and Perry, M.B. 1965. The production of meso-glycero-ido-heptitol and D-glycero-D-ido-heptitol by Pichia miso. Canad. J. Microbiol. 11, 929-934.
- Onishi, H. and Suzuki, T. 1966. The production of xylitol, L-arabinitol and ribitol by yeasts. Agr. Biol. Chem. 30, 1139-1144.
- Onishi, H. and Suzuki, T. 1968. Production of D-mannitol and glycerol by yeasts. Appl. Microbiol. 16, 1847-1852.
- Onishi, H. and Suzuki, T. 1969. Microbial production of xylitol from glucose. Appl. Microbiol. 18, 1031-1035.
- Onishi, H. and Suzuki, T. 1970. Production of erythritol, D-arabitol, D-mannitol and a heptitol-like compound from glycerol by yeasts. J. Ferment. Technol. 48, 563-566.
- Oxford, A.E. and Raistrick, H. 1935. Studies in the biochemistry of micro-organisms. XLVI. i-Erythritol, a metabolic product of Penicillium brevis-compactum Dierckx and P. cyclopium Westling. Biochem. J. 29, 1599-1601.
- Papin, J.-P. et Udiman, M. 1975. Chromatographie sur couche mince des polyols. J. Chromatog. 115, 267-272.
- Peterson, W.H., Hendershot, W.F., and Hajny, G.J. 1958. Factors affecting production of glycerol and D-arabitol by representative yeasts of the genus Zygosaccharomyces. Appl. Microbiol. 6, 349-357.
- Pfyffer von Altishofen, G. 1976. Polyole in Pilzen: Analytik und systematische Verbreitung. Diplomarbeit, Universität Zürich.
- Pfyffer, G.E. and Rast, D.M. 1980. Systematic distribution of ribitol in the fungi. New Phytol. 85 (im Druck).
- Pigman, W.W. and Goepp, R.M. 1948. The polyols. In: Chemistry of Carbohydrates, pp. 232-287. Academic Press, New York.
- Plouvier, V. 1963. Distribution of aliphatic polyols and cyclitols. In: Chemical Plant Taxonomy (T. Swain, Ed.), pp. 313-336. Academic Press, London.
- Prentice, N. and Cuendet, L.S. 1954. Composition of uredospores in wheat stem rust. Nature 174, 1151.
- Prentice, N., Cuendet, L.S., Geddes, W.F., and Smith, F. 1959. The constitution of a glucomannan from wheat stem rust (Puccinia graminis tritici) uredospores. J. Amer. Chem. Soc. 81, 684-688.
- Pruess, L.M., Peterson, W.H., and Fred, E.B. 1933. Isolation and identification of ergosterol and mannitol from Aspergillus fischeri. J. Biol. Chem. 97, 483-489.
- Quillet, M. et Legrand, G. 1952. Sur le métabolisme glucidique des champignons supérieurs. I. Relation du mannitol avec l'activité

- du système oxydo-réducteur. C.R. Acad. Sci. (Paris) 234, 876-878.
- Ragan, M.A. and Chapman, D.J. 1978. A biochemical phylogeny. In: A Biochemical Phylogeny of the Protists, pp. 211-232. Academic Press, New York.
- Raistrick, H. and Smith, G. 1933. Studies in the biochemistry of microorganisms. XXXV. The metabolic products of Byssoschlamys fulva Olliver & Smith. Biochem. J. 27, 1814-1819.
- Raper, J.R. and Flexer, A.S. 1971. Mating systems and evolution of the basidiomycetes. In: Evolution in the Higher Basidiomycetes (R.H. Petersen, Ed.), pp. 149-167. The University of Tennessee Press, Knoxville.
- Rast, D. 1965. Zur stoffwechselphysiologischen Bedeutung von Mannit und Trehalose in Agaricus bisporus. Planta 64, 81-93.
- Rast, D., McInnes, A.G., and Neish, A.C. 1964. Application of gas chromatography to the neutral, water soluble constituents of twigs of some gymnosperms. Phytochemistry 3, 103-108.
- Rees, W.R. and Reynolds, T. 1958. A solvent for the paper chromatographic separation of glucose and sorbitol. Nature 181, 767-768.
- Reisener, H.J., Goldschmid, H.R., Ledingham, G.A., and Perlin, A.S. 1962. Formation of trehalose and polyols by wheat stem rust (Puccinia graminis tritici) uredospores. Canad. J. Biochem. Physiol. 40, 1248-1251.
- Ricken, A. 1969. Vademecum für Pilzfreunde (autoris. Nachdruck). J. Cramer, Lehre.
- Rinaldi, A. and Tindalo, V. 1974. Pilzatlant. Hornemann, Bonn-Röttgen.
- Ruffner, H.P., Rast, D., Tobler, H.P., and Karesch, H. 1978. Purification and properties of mannitol dehydrogenase from Agaricus bisporus sporokarps. Phytochemistry 17, 865-868.
- Sachs, L. 1972. Statistische Anwendungsmethoden, 3. Aufl. Springer, Berlin.
- Salazar, G.E.G. 1962. Chromatography of sugars and polyalcohols on paper impregnated with ammonium molybdate. Ann. Ass. quim. Arg. 50, 59-63.
- Samarco, E.C. 1977. High-performance liquid chromatographic determination of mannitol and sorbitol in sugarless chewing gums. J. Ass. Offic. Anal. Chem. 60, 1318-1320.
- Savile, D.B.O. 1968. Possible interrelationships between fungal groups. In: The Fungi (G.C. Ainsworth and A.S. Sussman, Eds.), Vol. III, pp. 649-675. Academic Press, New York.
- Sawardeker, J.S., Sloneker, J.H., and Jeanes, A. 1965. Quantitative determination of monosaccharides as their alditol acetates by gas liquid chromatography. Analyt. Chem. 37, 1602-1604.
- Schwarzenbach, R. 1977. Separation of some polyhydric alcohols by high-performance liquid chromatography. J. Chromatog. 140, 304-309.
- Shaw, D.H. and Moss, G.W. 1969. Quantitative estimation of neutral sugars by gas-liquid chromatography. J. Chromatog. 41, 350-357.

- Shriner, R.L. and Fuson, R.C. 1948. The Systematic Identification of Organic Compounds. John Wiley, New York.
- Sjöström, E., Haglund, P., and Janson, J. 1966. Quantitative determination of carbohydrates in cellulosic materials by gas-liquid chromatography. Svensk. Papperstid. 69, 381-385.
- Smiley, K.L., Cadmus, M.C., and Liepins, P. 1967. Biosynthesis of D-mannitol from D-glucose by Aspergillus candidus. Biotechnol. Bioeng. 9, 365-374.
- Smith, B. and Carlsson, O. 1963. Gas chromatographic analysis of polyhydric organic compounds. Acta Chem. Scand. 17, 455-460.
- Smith, D., Muscatine, L., and Lewis, D. 1969. Carbohydrate movement from autotrophs to heterotrophs in parasitic and mutualistic symbiosis. Biol. Rev. 44, 17-90.
- Sparrow, F.K. 1960. Aquatic Phycomycetes, 2nd edn. The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Spencer, J.F.T. and Sallans, H.R. 1956. Production of polyhydric alcohols by osmophilic yeasts. Canad. J. Microbiol. 2, 72-79.
- Speth, J.L. and Niederpruem, D.J. 1976. Enzyme activities associated with arabitol and mannitol biosynthesis and catabolism in Schizopyllum commune. Arch. Microbiol. 107, 81-86.
- Stacey, B.E. 1973.. Plant polyols. In: Plant Carbohydrate Chemistry (J.B. Pridham, Ed.), pp. 47-59. Academic Press, London.
- Stäubli, E. 1972. Vorkommen und Stoffwechsel leichtflüchtiger Substanzen von bekannter oder vermuteter physiologischer Wirksamkeit in Agaricus bisporus. Dissertation, Universität Zürich.
- Steele, S.D. 1972. Sugars and sugar alcohols in relation to life cycle phases of Geotrichum candidum. Trans. Brit. Mycol. Soc. 59, 502-506.
- Stodola, F.H. 1946. A note on meso-erythritol, a metabolic product of Aspergillus terreus. J. Biol. Chem. 166, 79.
- Storck, R. 1966. Nucleotide composition of nucleic acids of fungi. II. Deoxyribonucleic acid. J. Bacteriol. 91, 227-230.
- Strandberg, G.W. 1969. D-Mannitol metabolism by Aspergillus candidus. J. Bacteriol. 97, 1305-1309.
- Strobel, G.A. and Kosuge, T. 1965. Polyol metabolism in Diplodia viticola Desm. Arch. Biochem. Biophys. 109, 622-626.
- Sumi, M. 1928. Ueber die chemischen Bestandteile der Sporen in Aspergillus oryzae. Biochem. Z. 195, 161-174.
- Sussman, A.S. and Lingappa, B.T. 1959. Role of trehalose in ascospores of Neurospora tetrasperma. Science 130, 1343.
- Suzuki, T. and Onishi, H. 1967. The production of xylitol and D-xylonic acid by yeasts. Agr. Biol. Chem. 31, 1233-1236.
- Suzuki, T. and Onishi, H. 1968. Carbon balance of polyalcohol fermentation by Pichia miso and Debaryomyces sake. J. Ferm. Tech. 46, 719-724.
- Suzuki, T. and Onishi, H. 1970. Aerobic dissimilation of D-ribulose by yeasts. Antonie van Leeuwenhoek 36, 227-232.

- Sweeley, C.C., Bentley, R., Makita, M., and Wells, W.W. 1963. Gas-liquid chromatography of trimethylsilyl derivatives of sugars and related substances. *J. Amer. Chem. Soc.* 85, 2497-2507.
- Tabuchi, T. and Hara, S. 1973. Conversion of citrate fermentation to polyol fermentation in Candida lipolytica. *J. Agr. Chem. Soc. Jap.* 47, 485-490.
- Talbot, P.H.B. 1971. Principles of Fungal Taxonomy. The Macmillan Press, London.
- Tani, T. and Naito, N. 1960. D-Mannitol in the spores of Puccinia coronata and Stereostromum corticoides. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.* 12, 93-96.
- Tanner, H. 1967. Ueber den dünnsschichtchromatographischen Nachweis von Sorbit, Mannit und anderen Polyhydroxy-Verbindungen. *Schweiz. Z. Obst- & Weinbau* 103, 610-617.
- Thornton, J.D. and Cooke, R.C. 1974. Changes in respiration, chlorophyll content and soluble carbohydrates of detached cabbage cotyledons following infection with Peronospora parasitica (Pers. ex Fr.) Fr. *Physiol. Plant Pathol.* 4, 117-125.
- Todd, W.R., Vreeland, J., Myers, J., and West, E.S. 1939. A rapid micromethod for the quantitative estimation of sugar alcohols. *J. Biol. Chem.* 127, 269-273.
- Touster, O. 1974. The metabolism of polyols. In: *Sugars in Nutrition* (H.L. Sipple and K.W. McNutt, Eds.), pp. 227-239. Academic Press, New York.
- Trevelyan, W.E., Procter, D.P., and Harrison, J.S. 1950. Detection of sugars on paper chromatograms. *Nature* 166, 444-445.
- Van Ling, G. 1969. Silylation and gas-liquid chromatographic analysis of an aqueous polyhydric alcohol mixture. *J. Chromatog.* 44, 175-177.
- Vining, L.C. and Taber, W.A. 1964. Analysis of the endogenous sugars and polyols of Claviceps purpurea (Fr.) Tul. by chromatography on ion exchange resins. *Canad. J. Microbiol.* 10, 647-657.
- Vogel, H.J. 1965. Lysine biosynthesis and evolution. In: *Evolving Genes and Proteins* (V. Bryson and H.J. Vogel, Eds.), pp. 25-40. Academic Press, New York.
- Wagner, G. und Kühnstedt, H. 1970. Pharmazeutische Chemie. Akademie-Verlag, Berlin.
- Wain, R.L. and Wilkinson, E.H. 1946. Studies upon copper fungicides. IX. Investigations with the exudate from fungus spores. *Ann. Appl. Biol.* 33, 401-405.
- Wang, D. 1960. A study of the distribution of carbon-¹⁴ labelled compounds in stem rust infected wheat leaves. *Canad. J. Bot.* 38, 635-642.
- Wang, S.-Y. and Le Tourneau, D. 1971. Carbon sources, growth, sclerotium formation and carbohydrate composition of Sclerotinia sclerotiorum. *Arch. Microbiol.* 80, 219-233.
- Weimberg, R. 1962. Mode of formation of D-arabitol by Saccharomyces mellis. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 8, 442-445.

- Weinstein, A.N. and Segal, S. 1967. Thin-layer chromatographic separation of hexitols and corresponding hexoses. *Anal. Biochem.* 20, 558-561.
- West, C.D. and Rapoport, S. 1949. Modification of colorimetric method for determination of mannitol and sorbitol in plasma and urine. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 70, 141-142.
- Wright, J.R. and Le Tourneau, D. 1965. Utilization and production of carbohydrates by Pyrenochaeta terrestris. *Physiologia Pl.* 18, 1044-1053.
- Wynn, W.K., Staples, R.C., Strouse, B., and Gadjusek, C. 1966. Physiology of uredospores during storage. *Contr. Boyce Thompson Inst.* 23, 229-242.
- Yamada, H., Okamoto, K., Kodama, K., and Tanaka, S. 1959. Mannitol formation by Pyricularia oryzae. *Biochim. Biophys. Acta* 33, 271-273.
- Yamasaki, I. und Sinomura, M. 1937. Ueber die Mannitbildung aus Glycerin durch Schimmelpilze der Aspergillus glaucus-Gruppe. *Biochem. Z.* 291, 340-348.
- Yuill, J.L. 1948. Production of i-erythritol by Aspergillus niger. *Nature* 162, 652.
- Zellner, J. 1907. *Chemie der höheren Pilze*. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Zellner, J. 1910. *Zur Chemie der höheren Pilze*. V. Mitteilung: über den Maisbrand (Ustilago maydis tulasne). *Monatsh. Chem.* 31, 617-634.
- Zycha, H., Siepmann, R. und Linnemann, G. 1969. *Mucorales*. Cramer, Lehre.

CURRICULUM VITAE

von Gabriela Elisabeth Pfyffer von Altishofen-Gautschi, geboren am
30. Oktober 1950 in Luzern, Bürgerin von Luzern

1957 - 1963	Primarschule Luzern und Biel/BE
1963 - 1966	Sekundarschule Luzern
1966 - 1971	Städtisches Seminar Luzern
1971 - 1972	Lehrtätigkeit in Luzern
1972	Immatrikulation an der Philosophischen Fakultät der Universität Zürich
1976	Diplom für Naturwissenschaften
1976 - 1980	Doktorarbeit unter der Leitung von Frau Prof. Dr. D. Rast am Institut für Pflanzenbiologie. Seit 1975 Assistentin am gleichen Institut.

Während meines Studiums besuchte ich bei folgenden Dozenten Vorlesungen,
Kurse und Praktika:

Mathematik:	Prof. E. Batschelet
Chemie:	Prof. C. Eugster, Prof. H.R. Oswald, Prof. M. Viscontini
Anthropologie, Anatomie und Physiologie des Menschen:	Prof. J. Biegert, Prof. R. Hunsperger, Prof. S. Kubik
Paläontologie:	Prof. E. Kuhn-Schnyder, Prof. H. Rieber, Dr. K. Hünemann
Zoologie:	Prof. H. Burla, Prof. P.S. Chen, Prof. H. Kummer, Prof. R. Nöthiger, Prof. P. Tardent, Prof. R. Wehner, Prof. V. Ziswiler, Dr. E. Jungen
Botanik:	Prof. R. Bachofen, Prof. C.D.K. Cook, Prof. P. Endress, Prof. H.R. Hohl, Prof. D. Rast, Prof. O. Rohweder, Prof. H. Schaeppi, Prof. H. Wanner, Dr. B. Eller, F. Schwegler, B. Stüssi
Didaktik:	Prof. O. Woodtli, Dr. R. Staub
Abt. X (ETH):	Dr. F. Klötzli

